



**CATARINA RAQUEL  
GOMES DA SILVA**

**Indicadores estatísticos para avaliação do  
desempenho portuário**





**CATARINA RAQUEL  
GOMES DA SILVA**

**Indicadores estatísticos para avaliação do  
desempenho portuário**

Relatório de Estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Matemática e Aplicações: Matemática Empresarial e Tecnológica, realizado sob a orientação científica da Dra. Isabel Pereira, Professora Auxiliar do Departamento de Matemática da Universidade de Aveiro



Dedico à minha família e amigos.



## **o júri**

presidente

Doutora Nélia Maria Marques da Silva  
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Doutora Ana Isabel Pires Beato Alves de Melo  
professora adjunta da Universidade de Aveiro

Doutora Isabel Maria Simões Pereira  
professora auxiliar da Universidade de Aveiro





## **agradecimentos**

Agradeço à Dra. Isabel Pereira pela orientação do estágio a nível académico, pela sua disponibilidade para me acompanhar, sugerir e ajudar ao longo deste percurso e ainda por todos os conhecimentos que me transmitiu durante estes cinco anos.

À Administração do Porto de Aveiro, S.A., nomeadamente ao Dr. Luís Sousa, pela disponibilidade em me receber, pela boa integração na organização de acolhimento, pela orientação diária das tarefas do estágio e por todo o ensinamento. À minha colega de estágio pelo companheirismo.

Em especial ao meu namorado, família e amigos que estiveram bem presentes durante esta etapa, e não só.



**palavras-chave**

Administração portuária, estatística, movimento de mercadorias, navios, Porto de Aveiro, Porto da Figueira da Foz, sistema portuário nacional, desempenho portuário.

**resumo**

O presente relatório, realizado no âmbito do curso de Mestrado em Matemática e Aplicações: Matemática Empresarial e Tecnológica, da Universidade de Aveiro, pretende reproduzir o estágio curricular realizado na Administração do Porto de Aveiro, S.A., com enfoque na estatística portuária do Porto de Aveiro e do Porto da Figueira da Foz.

O tratamento estatístico portuário pode tornar-se bastante complexo principalmente pela dificuldade por vezes verificada na obtenção correta dos dados. O principal objetivo do estágio e do relatório é averiguar qual a dimensão da estatística no sistema portuário, quais as ferramentas estatísticas mais adequadas para tratar este tipo de dados e quais os indicadores que melhor permitem avaliar o desempenho da atividade portuária. Para tal realiza-se uma proposta de alteração dos indicadores portuários, compara-se o comportamento das variáveis nos diferentes trimestres do ano e usa-se a técnica de regressão para verificar quais os fatores que mais influenciam o desempenho da atividade portuária.



**keywords**

Port administration, statistics, commodities movement, ships, Aveiro port, Figueira da Foz port, national port system, port performance.

**abstract**

This report, conducted under the master degree on Mathematics and Applications: Mathematics Business and Technology, from Aveiro University, aims to replicate the traineeship held in Administração do Porto de Aveiro, S.A., with a focus on port statistics of Aveiro and Figueira da Foz Ports.

Port statistics can become complex mainly due to difficulties in obtaining the correct data. The main objective of the traineeship and report is to determine how large is the statistics in port system, which statistical tools are more appropriate to treat this type of data and which indicators best evaluate the performance of port activity. For this we make an amendment of the port indicators, compare the behavior of the variables in the different quarters of the year and use regression technique to check the factors that most influence the performance of port activity.



# Índice

<b>Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo I .....</b>	<b>3</b>
<b>Organização de Acolhimento: APA - Administração do Porto de Aveiro.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Sistema Portuário em Portugal.....</b>	<b>3</b>
1.1.1. A estatística no sistema portuário nacional .....	5
<b>1.2. Porto de Aveiro – Organização de Acolhimento .....</b>	<b>10</b>
1.2.1. Enquadramento histórico .....	10
1.2.2. Zonas Portuárias.....	11
1.2.3. Acessibilidades .....	13
1.2.4. Visão Estratégica .....	14
1.2.5. Organograma.....	15
<b>1.3. Porto da Figueira da Foz.....</b>	<b>16</b>
1.3.1. Enquadramento histórico .....	16
1.3.2. Zonas Portuárias.....	17
1.3.3. Acessibilidades .....	19
1.3.4. Objetivos Estratégicos .....	19
1.3.5. Estatísticas portuárias na última década.....	19
<b>Capítulo II .....</b>	<b>25</b>
<b>Enquadramento teórico: Análise Estatística .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1. A estatística.....</b>	<b>25</b>
2.1.1. Estatística Descritiva vs Inferência Estatística.....	25
2.1.2. Classificação das variáveis estatísticas .....	26
2.1.3. População vs Amostra.....	26
<b>2.2. Estatística descritiva .....</b>	<b>27</b>
2.2.1. Representação gráfica dos resultados .....	27
2.2.2. Estatísticas/Indicadores .....	29
<b>2.3. Inferência estatística .....</b>	<b>32</b>

2.3.1. Testes de Ajustamento .....	32
2.3.2. Teste t-Student para comparação de duas médias populacionais.....	35
2.3.3. Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney para comparação de medianas populacionais..	37
2.3.4. Teste de Kruskal-Wallis.....	39
2.3.5. Regressão .....	40
<b>Capítulo III.....</b>	<b>49</b>
<b>Enquadramento prático .....</b>	<b>49</b>
<b>3.1. Estágio.....</b>	<b>49</b>
3.1.1.Integração na Organização de Acolhimento .....	49
3.1.2. Atividades desenvolvidas durante o estágio .....	50
<b>3.2. Análise estatística com os dados portuários.....</b>	<b>58</b>
3.2.1 Proposta de novos indicadores.....	60
3.2.2. Análise da distribuição das variáveis .....	63
3.2.3. Comparação do comportamento das variáveis entre trimestres .....	67
3.2.4. Regressão .....	72
<b>Conclusão.....</b>	<b>83</b>
<b>Bibliografia e Webgrafia .....</b>	<b>85</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>87</b>



# Índice de Figuras

Figura 1 - Representação dos portos do território continental .....	4
Figura 2 - Evolução anual desde 2008 até 2012 das quantidades de mercadorias movimentadas nos principais portos nacionais .....	5
Figura 3 - % do movimento de mercadorias pelos principais portos nacionais em 2012 .....	6
Figura 4 - % navios movimentados pelos principais portos nacionais em 2012.....	7
Figura 5 - Movimento de mercadorias por porto e tipo de mercadoria, em toneladas, no ano de 2012.....	8
Figura 6 - Distribuição percentual do tipo de mercadoria movimentada nos principais portos nacionais em 2012.....	8
Figura 7 - Evolução da quantidade de mercadoria importada e exportada desde 2008 até 2012.....	9
Figura 8 - Sede da APA, S.A. ....	10
Figura 9 - Planta do Porto de Aveiro.....	12
Figura 10 - Acesso marítimo ao Porto de Aveiro.....	13
Figura 11 – Organograma resumido da APA,S.A.....	15
Figura 12 – Porto da Figueira da Foz.....	16
Figura 13 - Evolução da administração do Porto da Figueira da Foz .....	17
Figura 14 - Zonas portuárias da APFF, S.A. ....	18
Figura 15 – Movimentação por tipo de mercadoria na última década e movimento total anual.....	20
Figura 16 - % do movimento por tipo de mercadoria em cada ano da última década .....	21
Figura 17 – Distribuição percentual do tipo de mercadoria movimentada na última década.....	21
Figura 18 – Evolução do nº de contentores movimentados na última década .....	22
Figura 19 – Evolução do nº de navios que atracaram o Porto da Figueira da Foz na última década.....	23
Figura 20 – Evolução da arqueação bruta dos navios chegados ao Porto da Figueira da Foz na última década .....	23
Figura 21 – Movimento por tipo de operação na última década .....	24
Figura 22 – Distribuição percentual do tipo de operação na última década.....	24
Figura 23 – Esquema representativo do processo de amostragem .....	27
Figura 24 - Relação entre média, mediana e moda .....	30
Figura 25 – Representação da distância entre a função distribuição empírica ( $F$ ) e a função distribuição em teste ( $F_0$ ).....	34
Figura 26 – Representação dos pressupostos dos erros do modelo.....	41

Figura 27 – Representação do método dos mínimos quadrados, supondo o caso particular de regressão linear simples .....	42
Figura 28 – Tabela a preencher para fornecer ao IPTM.....	54
Figura 29 – N° de navios escalados no 1º trimestre de 2013 por dimensão e terminal .....	55
Figura 30 – <i>Boxplot</i> da variável Comprimento nos diferentes trimestres .....	59
Figura 31 – <i>Boxplot</i> da variável Arqueação Bruta nos diferentes trimestres .....	59
Figura 32 – <i>Boxplot</i> da variável Quantidade Movimentada nos diferentes trimestres .....	60
Figura 33 - Resultados dos testes de ajustamento à distribuição Normal .....	66
Figura 34 – Resultados do teste de igualdade da distribuição entre os diferentes trimestres (representados pelo Grupo) de cada variável .....	67
Figura 35 - Resultado do teste de comparação do 1º e 2º trimestres.....	69
Figura 36 - Resultado do teste de comparação do 1º e 3º trimestres.....	69
Figura 37 – Resultado do teste de comparação do 1º e 4º trimestres .....	69
Figura 38 – Resultado do teste de comparação do 2º e 3º trimestres .....	70
Figura 39 – Resultado do teste de comparação do 2º e 4º trimestres .....	70
Figura 40 – Resultado do teste de comparação do 3º e 4º trimestres .....	71
Figura 41 – Resultados obtidos pelo SPSS no estudo da regressão linear com todas as variáveis ..	74
Figura 42 – Resultados obtidos pelo SPSS do estudo de regressão com seleção de variáveis pelo método Stepwise .....	76
Figura 43 – Gráfico dos valores observados vs valores preditos .....	78
Figura 44 – QQ-plot e teste de Normalidade dos resíduos.....	79
Figura 45 – Gráfico de resíduos vs valores preditos .....	80

# Índice de Tabelas

Tabela 1 – Estudo das medidas de localização e dispersão da variável Comprimento .....	61
Tabela 2 – Estudo das medidas de localização e dispersão da variável Arqueação Bruta .....	62
Tabela 3 – Moda dos navios atracados.....	62
Tabela 4 – Mediana da variável Quantidade Movimentada por trimestre .....	68



# Índice de Anexos

Anexo I - Tabela anual de indicadores ambientais.....	89
Anexo II - Modelo mensal da estatística portuária a disponibilizar no Portal da APFF .....	91
Anexo III - Notícia acerca do movimento portuário .....	93
Anexo IV - Mapa mensal de movimentação de navios da APFF.....	95
Anexo V - Folha de cálculo das horas de trabalho de cada máquina .....	97
Anexo VI - Folha de cálculo do nº de contentores movimentados .....	99
Anexo VII - Resumo da estatística da APFF desde 2002 até 2010.....	101
Anexo VIII - Escalonamento de navios mensal na APFF.....	103
Anexo IX - Folha de Cais.....	105
Anexo X - Folha de Ferrovia.....	109
Anexo XI - Cabeçalho da listagem geral obtida pelo programa SIGAPA e SIGFOZ .....	113
Anexo XII – Dados relativos ao 1º trimestre de 2012.....	115
Anexo XIII – Histogramas dos dados .....	117
Anexo XIV – QQ-plot de ajustamento da variável Quantidade Movimentada à distribuição Gama .....	121



# **Lista de siglas e abreviaturas**

UA – Universidade de Aveiro

APA – Administração do Porto de Aveiro, S.A.

APFF – Administração do Porto da Figueira da Foz, S.A.

SIGAPA – Sistema Integrado de Gestão Portuária da APA

SIGFOZ – Sistema Integrado de Gestão Portuária da APFF

TEU - Twenty-foot Equivalent Unit

IPTM – Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos

IMT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes

Ro-Ro – Roll-On/Roll-Off

TAB – Tonelagem de arqueação bruta

GT – Gross Tonage

JUP – Janela Única Portuária





# Introdução

O presente relatório de estágio faz parte do plano curricular do 2º ano do curso Mestrado em Matemática e Aplicações: Matemática Empresarial e Tecnológica, lecionado na Universidade de Aveiro (UA) e relata as atividades desenvolvidas durante o estágio da aluna na organização de acolhimento: APA - Administração do Porto de Aveiro, S.A..

A principal atividade desenvolvida durante o período de 6 meses de estágio (início a 4 de fevereiro de 2013 e conclusão a 31 de julho de 2013) foi o estudo da estatística portuária, inserida no Gabinete de Estatística da organização, por forma a criar melhorias na implementação e análise da mesma, bem como a realização das tarefas já existentes referentes a essa área. A estatística portuária é centrada nas quantidades de mercadoria movimentada no porto, no tipo de mercadoria e de operação e no número e características dos navios que atracam o porto.

Uma vez que, desde novembro do ano 2008, a administração do porto da Figueira da Foz passou a pertencer à Administração do Porto de Aveiro, aquando da criação da APFF - Administração do Porto da Figueira da Foz, S.A.<sup>1</sup>, as principais atividades realizadas durante o estágio incidiram sobre a estatística do Porto da Figueira da Foz, sendo a principal tarefa a remodelação das folhas de registo diário dos movimentos de navios e mercadorias na exploração da APFF, por forma a permitir o melhor tratamento dos dados usados regularmente no ambiente portuário e a introdução ou alteração de indicadores de interesse nesta área.

O principal objetivo foi a compreensão da dimensão da estatística enquanto fator de estudo da Administração Portuária, bem como a perceção de como esta é tratada num ambiente portuário, uma vez que este é um ambiente gerido por princípios muito específicos. Foi ainda feito um estudo estatístico complementar com os dados e características do Porto da Figueira da Foz na última década. Este estudo baseia-se nos indicadores estatísticos usados a nível portuário, algumas propostas de atualização destes indicadores, comparações de alguns indicadores nos diferentes trimestres e em que sentido as diversas características do porto influenciam o desempenho do mesmo medido a nível de movimentação de cargas.

Este relatório está dividido em três capítulos e contém ainda um tópico referente às considerações finais acerca do trabalho realizado durante o estágio.

No primeiro capítulo é feita uma abordagem à Organização de Acolhimento – APA, S.A. – e à Administração do Porto da Figueira da Foz, S.A.. É ainda feita uma análise superficial à estatística portuária a nível nacional, através da quantidade de mercadorias movimentadas, o tipo

---

<sup>1</sup> Segundo Decreto-Lei 210/2008, de 3 de novembro

de mercadoria (Carga Geral, Granéis Sólidos e Granéis Líquidos), tipo de operação (carga ou descarga) e ao número e características dos navios que atracam os diversos portos.

No capítulo seguinte é exposta a matéria teórica subjacente ao estudo efetuado durante o estágio bem como ao estudo complementar com os dados portuários, nomeadamente indicadores/estatísticas, ajustamento da distribuição subjacente aos dados, teste de comparação de medianas populacionais e regressão linear.

No terceiro e último capítulo é realizada a abordagem prática do período de estágio, onde são mencionadas e explicadas as tarefas desenvolvidas durante este período e é exposto o estudo complementar efetuado com os dados do movimento portuário do Porto da Figueira da Foz na última década.

# Capítulo I

## Organização de Acolhimento: APA - Administração do Porto de Aveiro

### 1.1. Sistema Portuário em Portugal

*“O mar tem sido o denominador comum da identidade portuguesa ao longo de mais de 8 séculos, em que os portos, a navegação e os transportes marítimos sempre constituíram o suporte indispensável ao progresso do país.” (“IMT,” 2013)*

*“É sabido que Portugal se encontra numa situação geográfica periférica relativamente ao centro da Europa mas privilegiada pela confluência de várias rotas internacionais, sendo comum ouvir-se dizer que o nosso país tem todas as possibilidades de se tornar numa “porta de entrada” e de “saída” – isto é, uma ligação – entre a Europa e outros continentes.” (Espírito Santo Research, 2004)*

De acordo com as citações anteriores, e usufruindo da vantajosa localização costeira do nosso país, a criação de zonas portuárias ao longo da costa foi uma mais-valia para Portugal. Esta estratégia surgiu, no seguimento dos já existentes portos naturais, da necessidade de melhorar os meios de transação e conduziu à movimentação da população para o litoral, permitindo a evolução das cidades em torno dos mesmos. A característica “finisterra” de Portugal suscitou ou facilitou as relações marítimas com regiões cada vez mais longínquas permitindo que o país se tornasse num motor comercial de exportação e importação também por via marítima. Os portos assumiram assim um papel determinante no setor dos transportes e logística, contribuindo de forma decisiva para a presecussão do objetivo de aumentar as exportações face às importações – balança de bens e serviços favorável – integrando o país no cenário atual de economia globalizada.

Os portos “*de um ponto de vista funcional, constituem um elo fundamental da cadeia de produção-transportes-distribuição, sendo, por definição, o interface entre o transporte marítimo e um ou mais modos de transporte*”. (J. F. de Sousa, 1994)

O principal objetivo de um porto é originar benefícios para os produtores e recetores das mercadorias, servindo a população em geral através da criação negócio, emprego e desenvolvimento económico da região onde se insere.

Em Portugal continental existem 9 portos, assinalados na Figura 1: Viana do Castelo e Leixões, a Norte; Aveiro e Figueira da Foz, no Centro; Lisboa e Setúbal, na região da Grande Lisboa; Sines, Faro e Portimão, a Sul. A Região Autónoma dos Açores possui 5 portos e a região Autónoma da Madeira 3.

**Figura 1** - Representação dos portos do território continental



Fonte – Elaboração própria

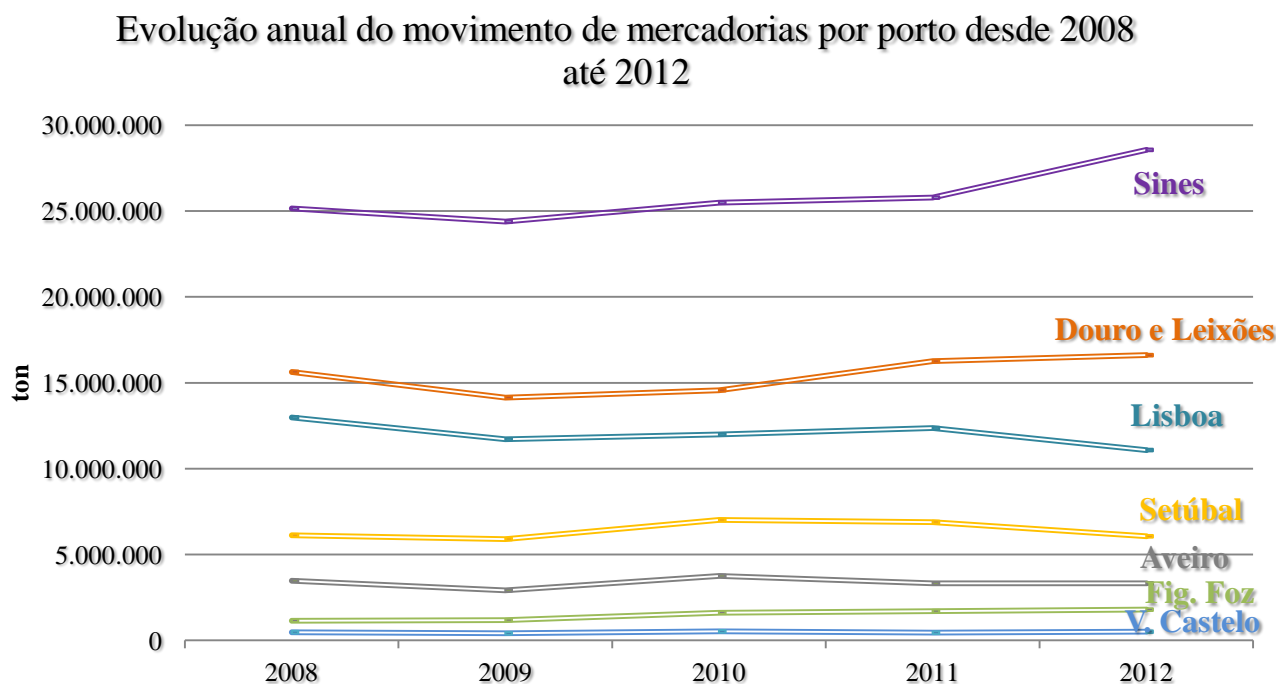
*“Os Portos portugueses tal como a grande maioria dos portos do mundo desenvolvido têm registado uma rápida e notória adaptação às alterações impostas pelo processo de globalização económica.”(L. Sousa, 2012)*

### 1.1.1. A estatística no sistema portuário nacional

Uma vez que, a nível de todos os portos, a análise estatística é um fator importante de comparação e de “previsão”, segue-se uma pequena análise superficial das estatísticas portuárias nacionais.

Segundo os dados do IMT<sup>2</sup>, nos últimos anos o porto que movimentou maior quantidade de mercadorias foi o Porto de Sines, seguido do Porto do Douro e Leixões e do Porto de Lisboa, como se pode ver no gráfico abaixo.

**Figura 2** - Evolução anual desde 2008 até 2012 das quantidades de mercadorias movimentadas nos principais portos nacionais



Fonte – IMT, 2013

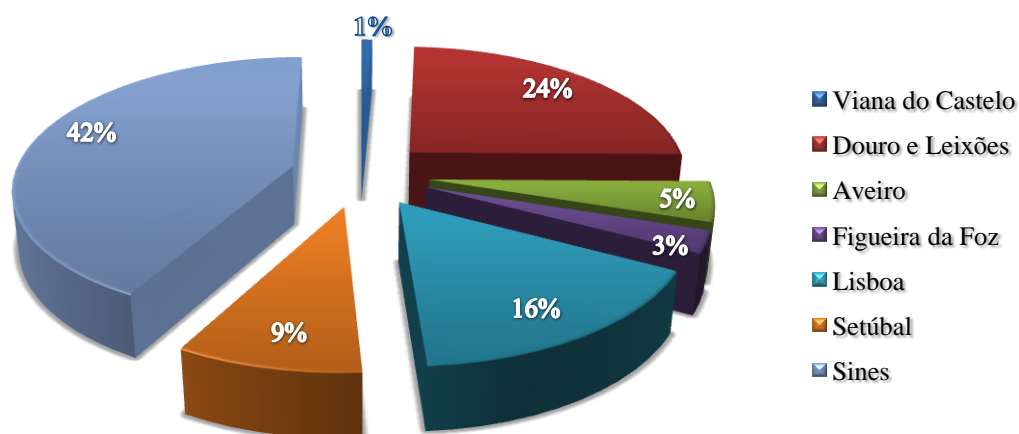
<sup>2</sup> - Recentemente, segundo o decreto-lei 236/2012, as atribuições do extinto Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, I.P. (IPTM) passaram a pertencer ao Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P. (IMT).

De acordo com o gráfico acima ilustrado e relativamente aos portos que movimentam maior quantidade de mercadoria, a variação anual da mesma é superior à variação anual dos portos com menor movimentação, o que se traduz numa linha de gráfico mais irregular.

No passado ano 2012, de acordo com os dados publicados pelo IMT, o Porto de Sines deteve 42% de quota do mercado nacional relativo à movimentação de mercadorias por via marítima. O gráfico seguinte mostra também as percentagens de mercadoria movimentada pelos restantes portos principais, face ao movimento total do ano.

**Figura 3** - % do movimento de mercadorias pelos principais portos nacionais em 2012

### % Movimento de mercadorias por porto em 2012



Fonte – IMT, 2013

Por outro lado, no ano transato, o porto que movimentou maior número de navios foi o Porto de Lisboa, seguido do Porto do Douro e Leixões. Só depois o Porto de Sines, o Porto de Setúbal, o Porto de Aveiro, o Porto da Figueira da Foz e o Porto de Viana do Castelo.

**Figura 4** - % navios movimentados pelos principais portos nacionais em 2012

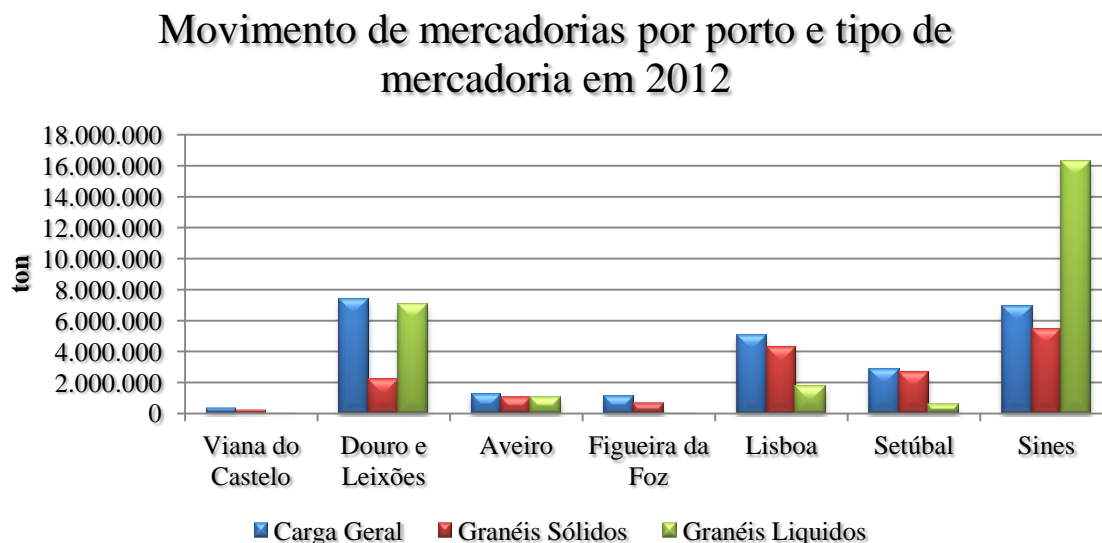


Fonte – IMT, 2013

Verifica-se então que os portos que movimentam maior número de navios não são necessariamente os que movimentam maior quantidade de mercadoria. Este fato pode ser explicado pela movimentação de passageiros pelo Porto de Lisboa e pelo Porto do Douro e Leixões, fator ausente nos restantes.

Um outro tipo de análise de interesse na estatística portuária é o estudo por tipo de mercadoria movimentada – Carga Geral, Granéis Sólidos e Granéis Líquidos.

**Figura 5** - Movimento de mercadorias por porto e tipo de mercadoria, em toneladas, no ano de 2012



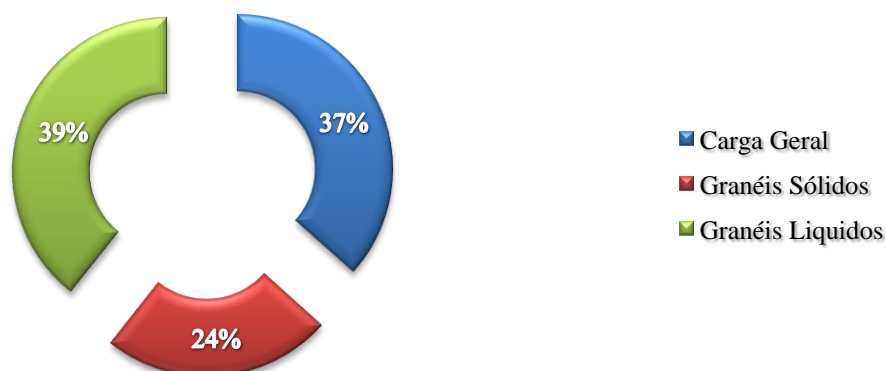
Fonte – IMT, 2013

Como se pode ver no gráfico acima, cada porto é também caracterizado pelo tipo de mercadoria movimentada, e é de salientar o caso do movimento de granéis líquidos no Porto de Sines, tendo este porto o maior terminal de granéis líquidos do país.

A nível nacional, o tipo de carga mais movimentado são os granéis líquidos, seguidos da carga geral, e por fim os granéis sólidos. No entanto, as percentagens destes não são muito díspares, como se pode verificar no gráfico abaixo:

**Figura 6** - Distribuição percentual do tipo de mercadoria movimentada nos principais portos nacionais em 2012

### Distribuição por tipo de mercadoria em 2012

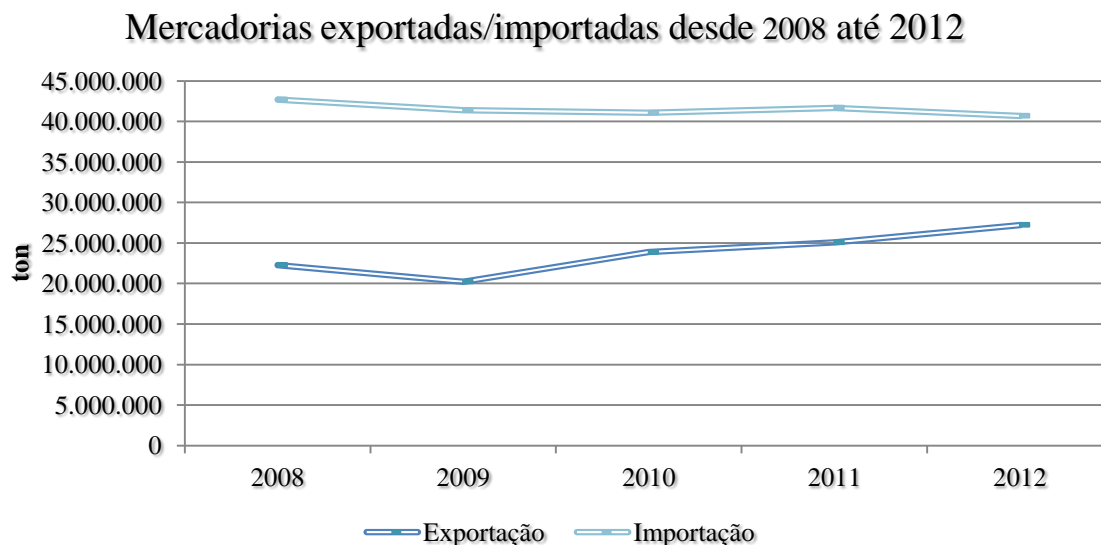


Fonte – IMT, 2013



Para finalizar, é importante analisar a evolução da mercadoria movimentada por tipo de operação, ou seja, carga (exportação) e descarga (importação). O gráfico seguinte reflete as linhas de evolução da quantidade de mercadoria importada e exportada ao longo dos últimos 5 anos, pelos principais portos nacionais.

**Figura 7** - Evolução da quantidade de mercadoria importada e exportada desde 2008 até 2012



Fonte – IMT, 2013

Ao contrário do que é desejado, os números da importação são sempre superiores aos da exportação, mas a tendência que se verifica é o aumento de carga exportada e diminuição dos movimentos de importação.

## 1.2. Porto de Aveiro – Organização de Acolhimento

**Figura 8** - Sede da APA, S.A.



### 1.2.1. Enquadramento histórico

A cidade de Aveiro, pela sua localização ribeirinha, desde cedo se desenvolveu em torno da água, como refere em 1920, o escritor Raul Brandão, acerca da extraordinária importância da laguna, desse «*enorme pólipó com os braços estendidos pelo interior desde Ovar até Mira*», com uma extensão de perto de 50 km, afirmava ainda «*o homem destes sítios é quase anfíbio: a água é-lhe essencial à vida*». (Aveiro, 2004)

*“Estruturada em função da água, Aveiro vê-se dotada de um porto de mar que a coloca como a mais importante cidade portuária da Zona Centro.”*(Almeida & Leitores, 1995)

*“A génese do Porto de Aveiro está ligada à história da Ria e à obra de fixação e abertura da Barra de Aveiro”.* (APA, 2013a)

*“Mar e Ria envolveram as suas águas a 3 de Abril de 1808”* refere Mário Lino em 2008 aquando do bicentenário da abertura da barra de Aveiro (Amorim & APA, 2008) , tendo sido a

abertura da barra o primeiro marco importante para o desenvolvimento do porto, bem como um fator importante para a evolução social e económica da cidade. – *“Esta morte da paisagem só será recuperada após a abertura da barra, em 1808 e as notícias, que se repetem em vários jornais da época, sublinham o ressurgir das actividades económicas”* (Amorim & APA, 2008).

Desde então foi criada a Junta Autónoma da Ria e Barra de Aveiro (JARBA), passando depois a Junta Autónoma do Porto de Aveiro (JAPA), e por fim, em 1998, segundo o Decreto-Lei 339/1998, Administração do Porto de Aveiro - APA, S.A., aquando do reconhecimento de estatuto de porto de âmbito nacional (APA, 2013a). A APA, S.A. é uma sociedade anónima de capital totalmente subscrito e realizado pelo Estado, nomeadamente pela Direcção-Geral do Tesouro.

Um outro acontecimento importante foi a passagem do Porto de Aveiro a tutor da APFF - Administração do Porto da Figueira da Foz, S.A., a 3 de Novembro de 2008, deixando este porto de ser administrado pelo IPTM e passando a ser gerido também por uma Sociedade Anónima (Decreto-lei nº213/2008).

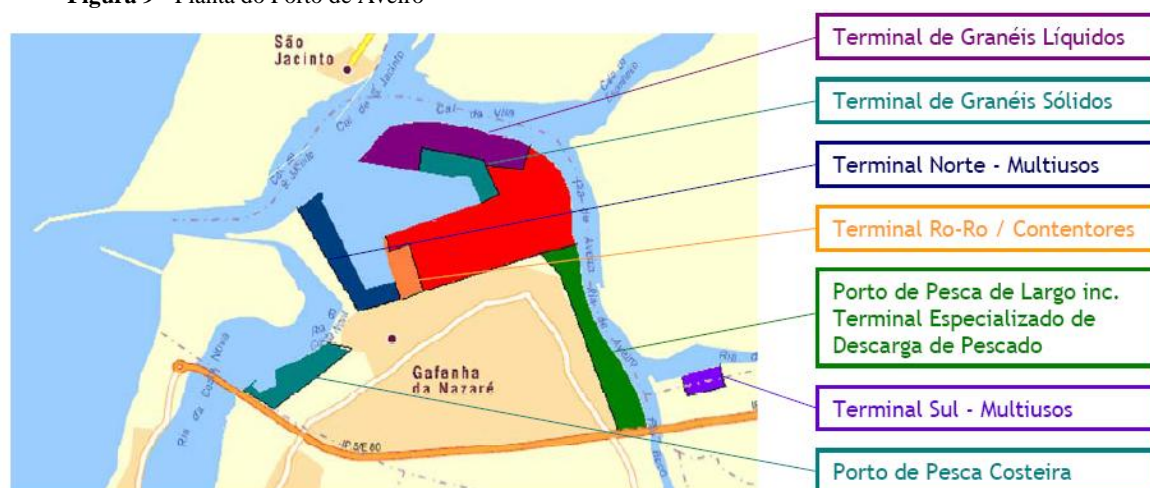
### **1.2.2. Zonas Portuárias**

O Porto de Aveiro encontra-se inserido numa laguna interior denominada Ria de Aveiro. O canal principal de navegação estende-se ao longo de 9 km, desde a entrada da Barra até próximo da cidade de Aveiro (APA, 2013b).

O Porto de Aveiro é um porto multifuncional. Sendo a mais recente infraestrutura portuária do país, apresentando uma área portuária bem ordenada e integrada, sem congestionamentos (“Portal do Porto de Aveiro,” 2013).

Na figura seguinte está representada a planta do Porto de Aveiro.

**Figura 9** - Planta do Porto de Aveiro



**Fonte** - Plano Estratégico da APA, 2006

Atualmente o Porto de Aveiro dispõe de 5 terminais adequados para movimentar todo o tipo de mercadorias e 2 terminais especializados para pescados. São eles:

- **Terminal Norte – Multiusos**

Integra o setor Norte do Porto de Aveiro sendo o seu principal terminal polivalente. Encontra-se vocacionado para a movimentação de carga seca e contentores tendo como principal tipologia de mercadorias: cimento, cereais, pasta de papel, perfilados metálicos, aglomerados de madeira e argilas.

- **Terminal Sul – Multiusos**

Este terminal está concessionado, em regime de serviço público, à empresa Socarpor. Movimenta principalmente produtos metalúrgicos, cimento, pasta de papel e produtos agroalimentares.

- **Terminal de Contentores – Roll On Roll Off (Ro-Ro)**

Este é uma aposta da APA em dois novos segmentos de mercado: contentores e ro-ro.

- **Terminal de Granéis Sólidos**

Este terminal dispõe também de 300 metros de cais dedicados ao segmento agroalimentar. Oferece a infraestrutura mais avançada do país no setor dos granéis agrícolas, a cargo da empresa Socarpor, S.A. que construiu um projeto inovador com a marca Sograin. É dotado de ligação multimodal.

- **Terminal de Granéis Líquidos**

Terminal com 6 pontes-cais. As suas instalações são exploradas pelos principais *players* nacionais da Indústria Química (CUF; CIRES; DOW; FINSA) e pela indústria de produtos petrolíferos (BP) e de biodiesel (PRIO Energy).

- **Porto de Pesca Costeira**

Este setor oferece um conjunto de infra-estruturas dedicadas à descarga, armazenagem e comercialização de pescado para os comerciantes locais. A lota e a fábrica de gelo encontram-se concessionadas à empresa Docapesca, Portos e Lotas, S.A..

- **Porto de Pesca de Largo**

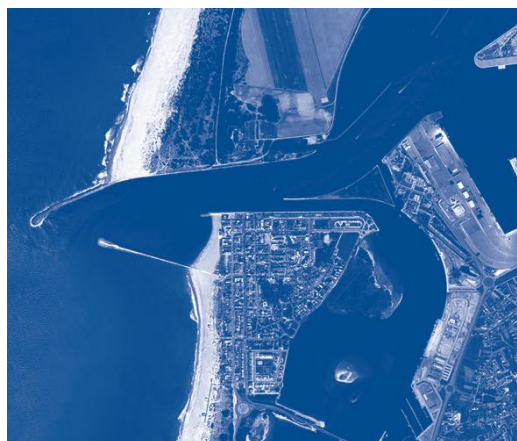
Terminal que serve os armadores de pesca do largo e as indústrias de processamento do pescado instaladas na Gafanha da Nazaré. Este setor inclui um Terminal Especializado de Descarga de Pescado.

O Porto de Aveiro é ainda dotado de uma plataforma logística portuária – ZALI – Zona de Atividades Logísticas e Industriais – situada entre o Terminal Ro-Ro e o Terminal de Granéis Sólidos e de uma plataforma multimodal (ferro e rodoviária) em Cacia.

**Figura 10** - Acesso marítimo ao Porto de Aveiro

### **1.2.3. Acessibilidades**

O prolongamento do molhe norte da Barra de Aveiro em 200 metros é um projeto em execução que proporcionará a resposta à tendência atual da procura no mercado dos serviços portuários, permitindo a utilização de navios de maior porte. Este facto irá reforçar a integração do Porto de Aveiro nas cadeias logísticas.



Ainda relativamente ao acesso marítimo, o Porto de Aveiro possui uma barra que limita o comprimento dos navios ao máximo de 150 metros e o calado a 9 metros. Com o prolongamento do molhe norte, está prevista a alteração do comprimento máximo para cerca de 200 metros e do

calado máximo para cerca de 11 metros. A entrada da barra do porto encontra-se a 1,5 milhas dos principais terminais (Setor Norte) e a 4,5 milhas do Sul.

O Porto de Aveiro possui, desde Dezembro de 2010, uma ligação ferroviária à Linha Nacional e ao resto da Europa, integrando a Rede Transeuropeia de Transportes (APA, 2013b). Este ramal tem uma extensão de 9 km que liga a Plataforma Multimodal de Cacia (Linha do Norte) ao Porto de Aveiro. Segundo o presidente da APA, Eng.º José Luís Cacho, *“A integração da ferrovia no Porto de Aveiro teve um impacto muito positivo na conquista de novos e importantes mercados para o Porto de Aveiro”* e salienta ainda os reflexos ambientais muito positivos desta modalidade de transporte.

O acesso rodoviário é feito de uma forma fluida, sem congestionamentos, pelas autoestradas A1, A29, A17, A25 e A27, ligando o Porto de Aveiro às principais cidades do país e ao centro de Espanha.

*“Esta fluidez nos acessos é um critério particularmente importante para o desenvolvimento do Transporte Marítimo de Curta Distância (TMDC) e das Auto-estradas do Mar.”* (APA, 2006)

#### **1.2.4. Visão Estratégica**

A visão perspectivada para o Porto de Aveiro, no horizonte de 2015, tem por base as características endógenas do porto e é a seguinte: *“O porto de Aveiro será um dos mais dinâmicos e competitivos portos da Faixa Atlântica da Península Ibérica no transporte de curta e média distância, e possuirá um amplo pólo de desenvolvimento logístico e industrial”* (APA, 2006).

Por forma a cumprir a visão estratégica enunciada acima, foram definidos 3 objetivos estratégicos:

- Alargar e potenciar o *hinterland*<sup>3</sup> – numa perspetiva geográfica pretende-se alargar o *hinterland* do porto ao interior do país e à região noroeste de Madrid; numa perspetiva económica o objetivo é aumentar e diversificar as mercadorias movimentadas de forma a aumentar o número de clientes.
- Realizar o potencial de capacidade em reserva – minimização do tempo de espera dos navios e maximização do aproveitamento da capacidade de armazenagem através da capacidade disponível de acostagem; instalação de atividades logísticas e industriais no espaço disponível.

---

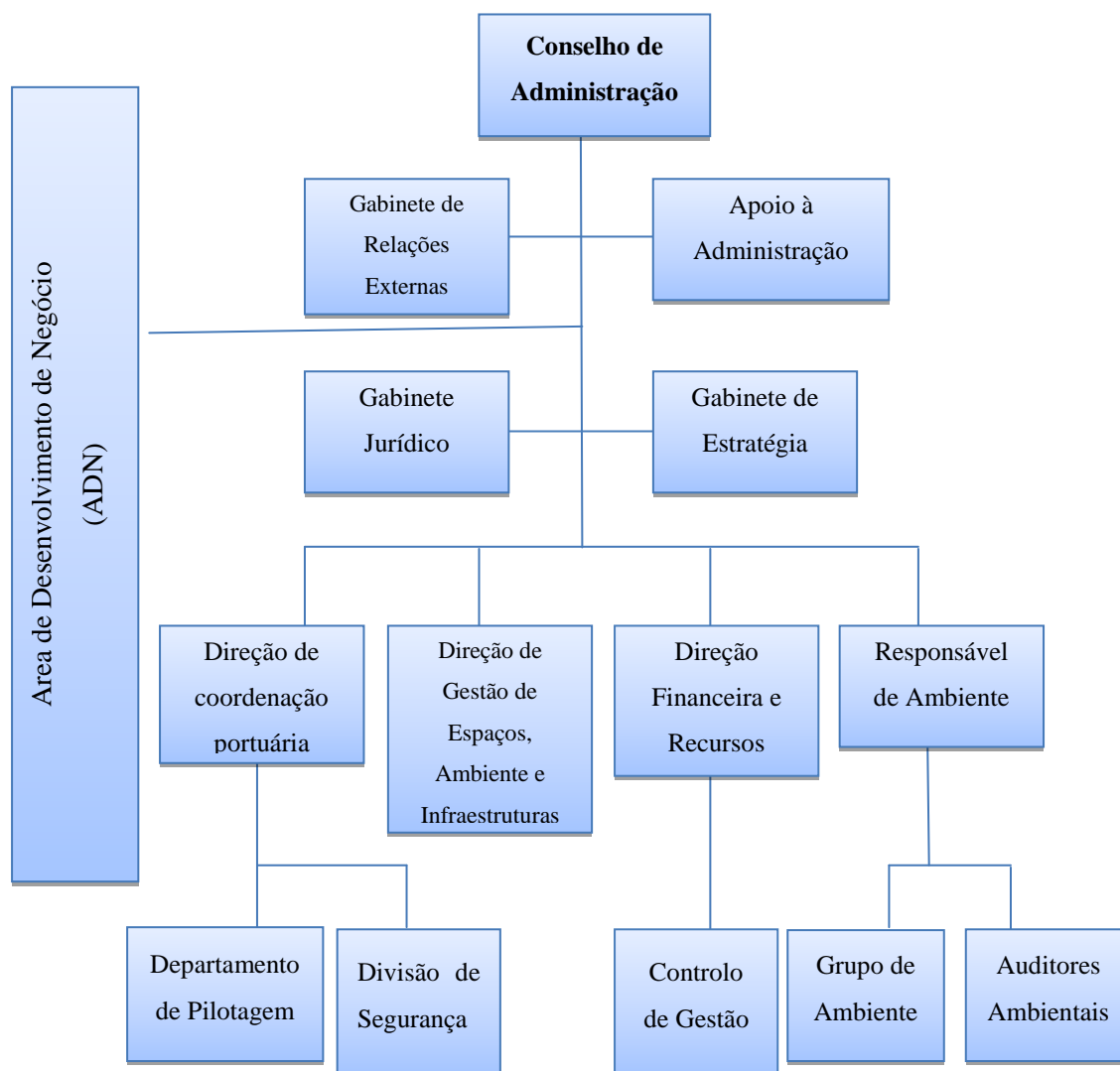
<sup>3</sup> O *hinterland* é a zona de influência económica terrestre, definida mais por critérios comerciais do que geográficos.

- Melhorar a oferta de serviços portuários – por forma a aumentar a competitividade do porto e a sua capacidade de resposta às necessidades dos clientes.

### 1.2.5. Organograma

A Administração do Porto de Aveiro, S.A. é organizada segundo o seguinte organograma resumido:

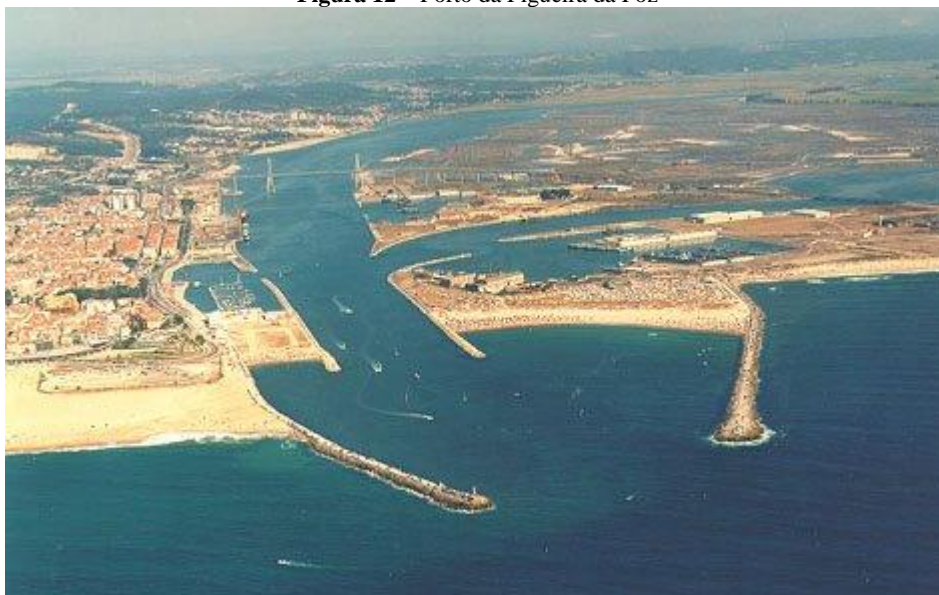
**Figura 11** – Organograma resumido da APA,S.A.



**Fonte** – Adaptado do Portal da APA,S.A.

### 1.3. Porto da Figueira da Foz

**Figura 12** – Porto da Figueira da Foz



#### 1.3.1. Enquadramento histórico

Tal como Aveiro, a cidade da Figueira da Foz também gira, desde cedo, em torno da água, e é até considerada a “Rainha da Costa de Prata” pelas suas extensas praias. Sofreu um grande desenvolvimento a partir do século XVIII devido ao movimento portuário e à construção naval - *“Economicamente, salientam-se na Figueira a atividade do seu porto, as pescas, o comércio de sal, a exploração de carvão e várias indústrias, tais como construção naval, cimentos, vidros, etc...”* (Digest, 1982)

Em 1166, numa doação de D. Afonso Henriques ao Mosteiro de Santa Cruz de Coimbra, é referido o Porto da Figueira da Foz *“à foz do Mondego, por onde entravam os navios, cuja portagem e mais direitos eram por El-Rei concedidos a Santa Cruz como esmola”*.

O movimento marítimo desencadeou o nascimento de pequenas povoações que rapidamente foram crescendo, transformando-se, em Março de 1771, numa vila com nome de Figueira da Foz do Mondego. O desenvolvimento comercial e industrial na região foi tão dinâmico que em Setembro de 1882 é elevada a cidade, com a denominação de Figueira da Foz (“Portal do Porto da Figueira da Foz,” 2013).

A administração deste porto sofreu algumas modificações ao longo do tempo, resumidas no esquema que se segue:



**Figura 13** - Evolução da administração do Porto da Figueira da Foz



**Fonte** – Portal da APFF, S.A.

À Junta Autónoma do Porto da Figueira da Foz, em fevereiro de 1950, através da publicação do Estatuto das Juntas Autónomas dos Portos, foi atribuída personalidade jurídica, autonomia administrativa e financeira, sob fiscalização da Junta Central de Portos.

A criação do Instituto Portuário do Centro resulta da fusão da Junta Autónoma do Porto da Figueira da Foz com a Junta Autónoma dos Portos do Centro.

O Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos (IPTM) foi considerado instituto público pelo Decreto-Lei nº 146/2007 de 27 de Abril.

A Administração do Porto da Figueira da Foz, S.A. (APFF, S.A.) é uma sociedade anónima de capitais exclusivamente públicos, com capital integralmente participado pela APA – Administração do Porto de Aveiro, S.A.

Presentemente, o Porto da Figueira da Foz, faz parte da cadeia de abastecimento de um dos mais importantes *clusters* industriais portugueses – a celulose e papel.

### **1.3.2. Zonas Portuárias**

O Porto da Figueira da Foz dispõe de dois terminais comerciais para carga seca (um terminal multiusos e um terminal de granéis sólidos) e três áreas especializadas (uma área de reparação e construção naval e duas áreas dedicadas à indústria náutica e pesca).

- Terminal de Carga Geral - Multiusos

Localizado na zona mais jusante do porto, contém 5 postos de acostagem para navios com 90 metros de comprimento.

- **Terminal de Granéis Sólidos**  
Localizado a montante do Terminal de Carga Geral, com 180 metros de cais acostável e ligação ao Terminal de Carga Geral.
- **Terminal de Receção de Produtos Betuminosos**  
Licenciado à empresa Asfalcentro, S.A., destina-se à movimentação de granéis líquidos. Localiza-se na área de expansão do porto.
- **Doca dos Bacalhoeiros**  
Destinada às atividades de pesca e construção naval, pelas seguintes empresas: Estaleiros Navais do Mondego, Companhia Portuguesa de Trabalho Portuário e Empresa Figueirense de Pesca.
- **Porto de Pesca Costeira**  
Situado no troço final da confluência do braço sul do Rio Mondego com o Canal principal.
- **Marina de Recreio**  
A Marina de Recreio situa-se na margem direita do rio em local nobre da cidade. Esta doca está vocacionada para apoio à Náutica de Recreio e aos serviços marítimos do porto.

**Figura 14** - Zonas portuárias da APFF, S.A.



**Fonte** – Portal da APFF, S.A.

Legenda da Figura:

- 1 – Doca de Recreio      2 – Terminal Multiusos      3 – Terminal de Granéis Líquidos  
4 – Porto de Pesca      5 – Zona industrial e de construção naval

### **1.3.3. Acessibilidades**

O Porto da Figueira da Foz é um porto vocacionado para o transporte marítimo de curta distância, localizado no centro da costa Atlântica Portuguesa.

Situado no distrito de Coimbra, serve o vasto *hinterland* económico da zona centro e norte do país, bem como o centro de Espanha. Está localizado no corredor ibérico Portugal-Irún que integra a rede transeuropeia de transportes.

Oferece excelentes acessos rodoviários pelas autoestradas A8, A17, A14 e A1, e ainda acesso ferroviário à linha ferroviária nacional, ibérica e restante europa.

O acesso marítimo é limitado pelos valores máximos de 120 metros de comprimento e 6,5 metros de calado máximo.

### **1.3.4. Objetivos Estratégicos**

Os anos de 2009 a 2011 assinalaram o arranque da estrutura empresarial da APFF, S.A., pelo que foram anos essencialmente focados no diagnóstico da realidade do porto nas suas diversas vertentes, nomeadamente operacional, estrutural e financeira. Assim, ainda não estão definidas as linhas estatégicas do Porto da Figueira da Foz, mas estas vão ao encontro da visão já referida acima para o Porto de Aveiro (“Portal do Porto da Figueira da Foz,” 2013).

### **1.3.5. Estatísticas portuárias na última década**

Uma vez que o principal objetivo do estágio foi o estudo da estatística portuária referente ao Porto da Figueira da Foz, é relevante apresentar um resumo da evolução dos indicadores estatísticos estudados até então, referentes à última década (2002 a 2012).

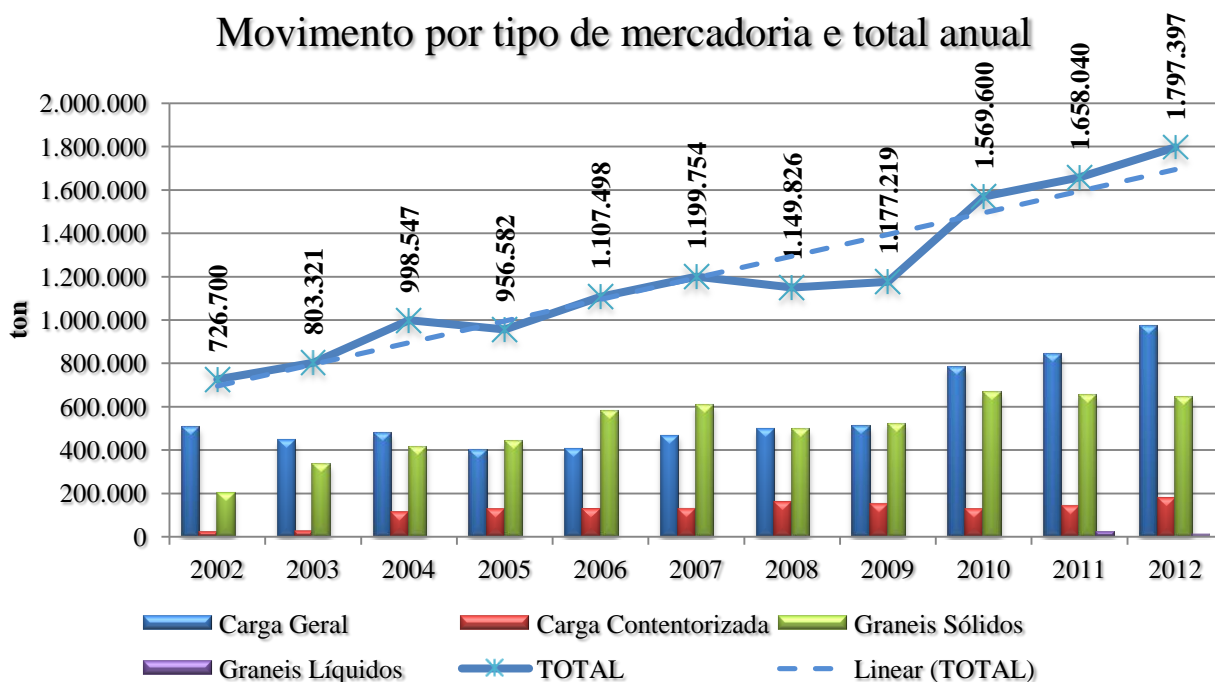
Os principais indicadores estudados nesta área (estatística portuária) são as quantidades de mercadoria movimentadas, em que o estudo é feito por tipo de mercadoria – carga geral, carga contentorizada, graneis sólidos e graneis líquidos - e por tipo de operação – carga (exportação) e

descarga (importação). Outro indicador frequente neste tipo de estudo estatístico é o número de navios que atracam no porto e as suas características (aruação bruta e comprimento).

Visto que a movimentação de carga contentorizada no Porto da Figueira da Foz traduz valores significativos, um outro indicador objeto de estudo é a quantidade de contentores movimentados bem como o número de TEU's<sup>4</sup>.

Os seguintes gráficos mostram um pouco da evolução dos indicadores na última década.

**Figura 15** – Movimentação por tipo de mercadoria na última década e movimento total anual

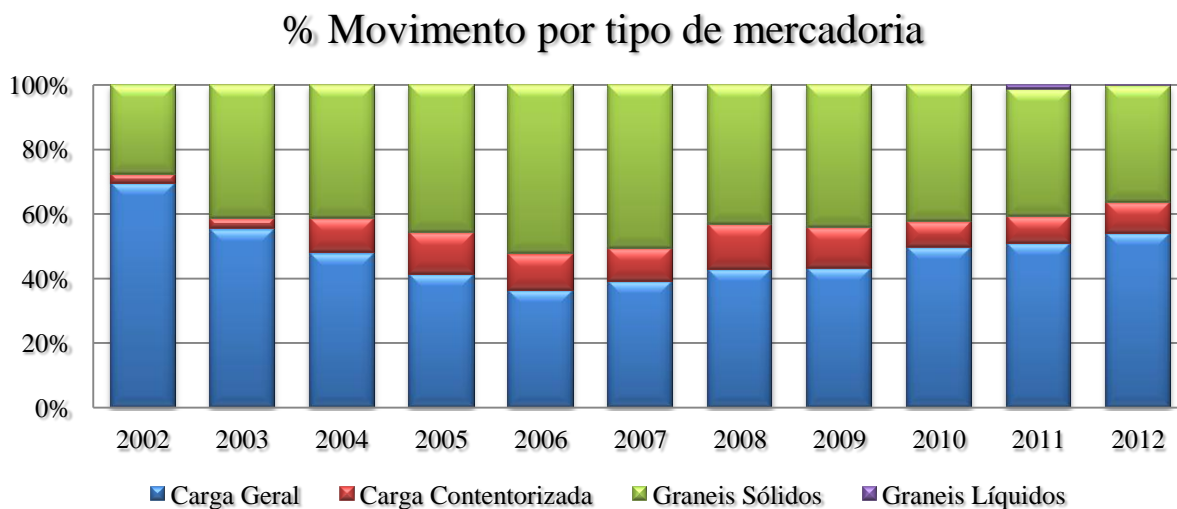


Fonte – IMT, 2013

Neste primeiro gráfico, constata-se uma tendência crescente (declive positivo da linha de tendência linear) da quantidade de mercadorias movimentadas ao longo da última década no Porto da Figueira da Foz. Salienta-se uma descida nos anos 2008 e 2009 mas retoma valores mais elevados logo no seguinte ano 2010. Este gráfico mostra também a diferenciação do tipo de mercadoria movimentada em cada ano.

<sup>4</sup> TEU – unidade equivalente a 20 pés (Twenty-foot Equivalent Unit) usada para calcular o volume de um contentor (20 pés de comprimento, 8 de largura e 8 de altura)

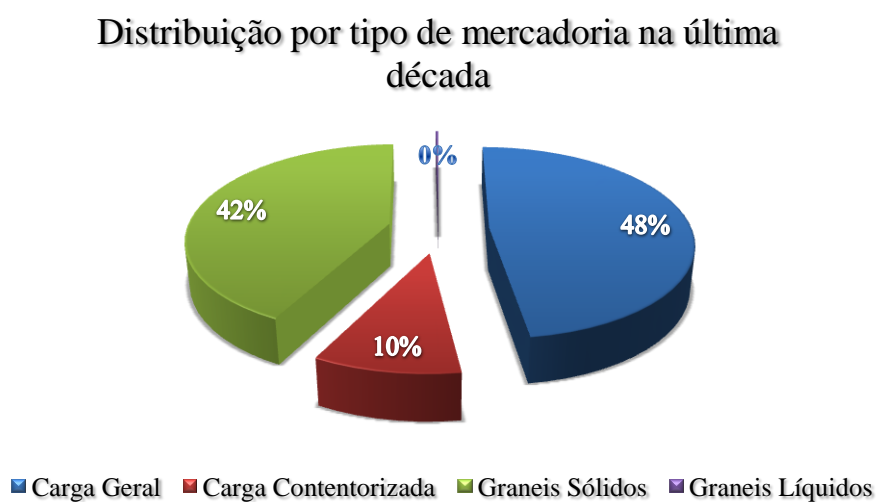
**Figura 16** - % do movimento por tipo de mercadoria em cada ano da última década



Fonte – IMT, 2013

No gráfico acima é retratada a percentagem de cada tipo de mercadoria movimentada (Carga Geral, Carga Contentorizada, Graneis Sólidos e Graneis Líquidos) em cada ano da última década. A variação da percentagem entre os diferentes anos ocorre maioritariamente na Carga Geral e nos Graneis Sólidos, uma vez que a Carga Contentorizada mantém a sua percentagem quase inalterável ao longo desse período e o movimento de graneis líquidos é residual.

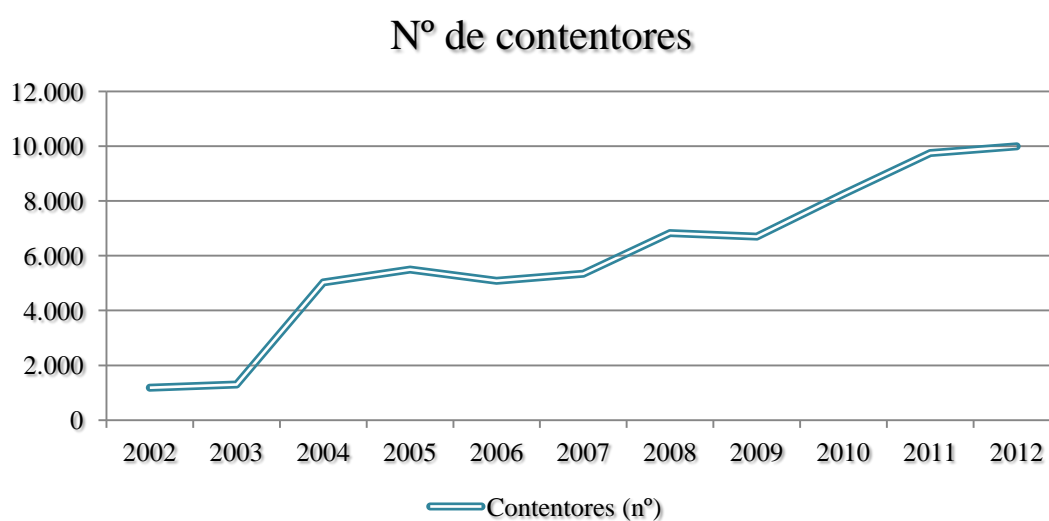
**Figura 17** – Distribuição percentual do tipo de mercadoria movimentada na última década



Fonte – IMT, 2013

Neste gráfico circular estão representadas as percentagens de cada tipo de mercadoria movimentada no porto na última década. Os tipos de mercadoria com maior movimentação no Porto da Figueira da Foz são a Carga Geral e os Granéis Sólidos, resultantes da elevada quantidade de produtos de papel e de madeira (Carga Geral) e produtos minerais (Granéis Sólidos) transaccionados. A principal carga contentorizada movimentada são as pastas de papel. Quanto aos valores dos Granéis Líquidos movimentados, estes são residuais.

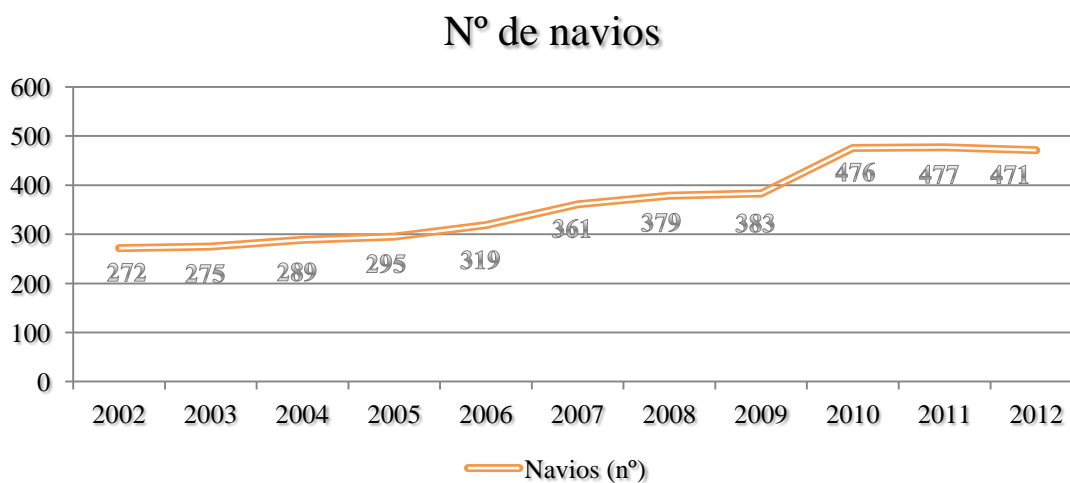
**Figura 18** – Evolução do nº de contentores movimentados na última década



Fonte – IMT, 2013

A utilização da Carga Contentorizada apresenta um crescimento no mesmo sentido do crescimento da carga total ao longo da última década.

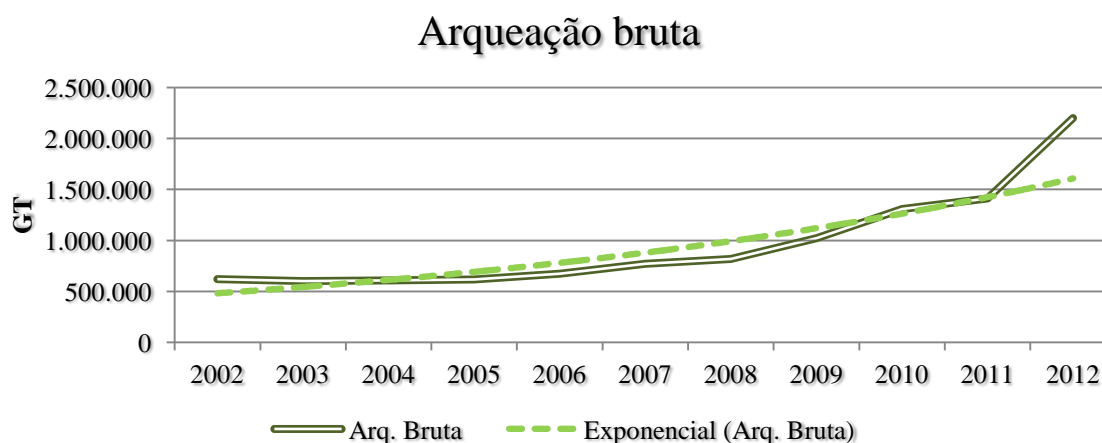
**Figura 19** – Evolução do nº de navios que atracaram o Porto da Figueira da Foz na última década



Fonte – IMT, 2013

O número de navios apresenta também uma tendência crescente ao longo dos anos, sendo o crescimento mais significativo na passagem do ano 2009 para o ano 2010 (variação de 93 navios). O número de navios chegados ao porto no ano de 2002 foi de 272 enquanto que no ano de 2012 já atracaram quase 500 navios.

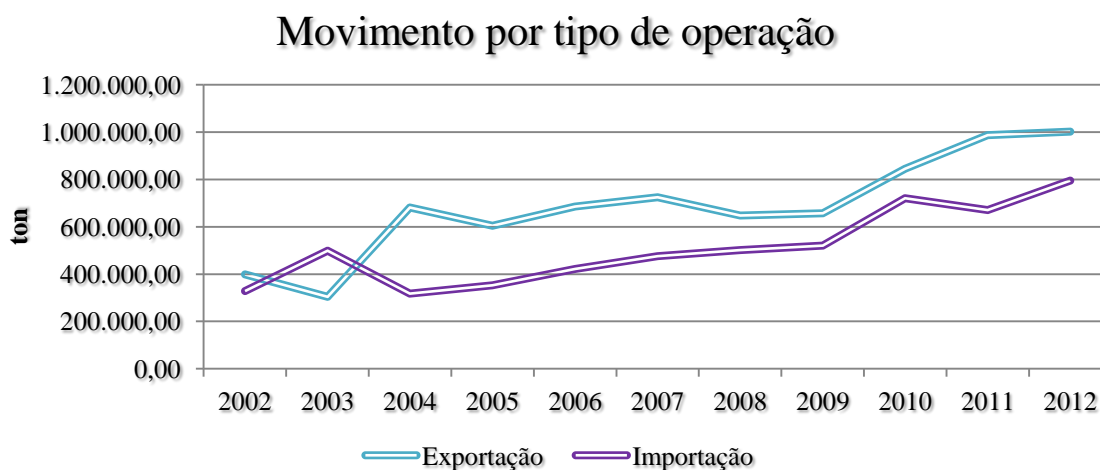
**Figura 20** – Evolução da arqueação bruta dos navios chegados ao Porto da Figueira da Foz na última década



Fonte – IMT, 2013

A arqueação bruta dos navios apresentou uma subida bastante elavada desde 2002 até ao final do período em estudo, cerca de 1500 milhares, ou seja, os navios chegados ao porto têm um porte cada vez mais elevado. A tendência deste crescimento aproxima-se a um crescimento do tipo exponencial, como se pode observar na linha de tendência exponencial do gráfico acima.

**Figura 21** – Movimento por tipo de operação na última década

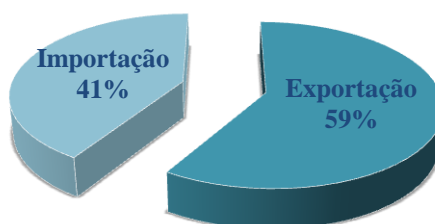


Fonte – IMT, 2013

Por último, mas não menos importante, é o estudo do movimento de mercadoria por tipo de operação, ou seja, o estudo das exportações e importações. Neste setor o Porto da Figueira da Foz tem um destaque positivo, uma vez que, ao longo dos anos, os valores da carga exportada são superiores aos movimentos de importação, o que é um fator de destaque para a economia nacional. De uma forma geral e relativamente à última década, as exportações representam 59% face a 41% de importação de mercadoria neste porto.

**Figura 22** – Distribuição percentual do tipo de operação na última década

**Distribuição por tipo de operação na última década**



Fonte – IMT, 2013



## Capítulo II

### Enquadramento teórico: Análise Estatística

#### 2.1. A estatística

A estatística ... *“é cada vez mais consensual considerar esta disciplina do conhecimento como uma ferramenta fundamental para a análise e interpretação de dados, e em particular, para a elaboração de conclusões fundamentadas a partir da análise desses dados.”* (Maroco, 2010)

Enquanto parte integrante de um meio desenvolvido, cada um de nós é exposto a um conjunto de informação de interesse que necessita tratar para poder captar o que lhe é mais relevante, ou por forma a obter características não visíveis ao primeiro olhar. Neste processo de análise (estatística), deparamo-nos com algo que é necessário medir ou manipular – a **variável**.

O objeto do estudo estatístico são as variáveis e as “informações” que elas podem fornecer, com ou sem tratamento prévio.

Por outro lado, o objetivo fundamental da estatística é a recolha, compilação, análise e interpretação de dados. Por forma a efetuar qualquer análise ou estudo acerca de um determinado conjunto de dados é de elevada importância identificar o problema em causa da forma mais correta, ou seja, saber precisamente qual é a informação relevante para o estudo a decorrer.

##### 2.1.1. Estatística Descritiva vs Inferência Estatística

No âmbito da estatística descritiva procura-se descrever, sintetizar e representar de forma compreensível a informação contida no conjunto de dados, ou seja, caraterizar o conjunto de dados. Carateriza-se pela construção de tabelas e gráficos e pelo cálculo de valores representativos da informação subjacente aos dados – **indicadores**. O desafio da estatística descritiva não está na construção dos próprios gráficos e tabelas mas sim na escolha adequada destas ferramentas por forma a caraterizar corretamente as variáveis em estudo.

Por outro lado, a inferência estatística permite fazer previsões a partir da “parte” para o “todo”, ou seja, baseando-se num conjunto de dados recolhidos pretende caracterizar a “população” em geral. Esta análise é geralmente o último passo a efetuar na caraterização dos dados recolhidos.

Consiste em inferir (deduzir) acerca dos valores dos parâmetros teóricos desconhecidos do conjunto de dados de onde se recolheram as observações a estudar.

### 2.1.2. Classificação das variáveis estatísticas

Variável é a característica de interesse que é medida em cada elemento do conjunto de dados a estudar. As variáveis podem ter valores numéricos ou não numéricos, e podem ser classificadas como:

- **Variáveis qualitativas** – variáveis cuja escala de medida apenas indica a sua presença em categorias de classificação, às quais não faz sentido aplicar operações habituais como a soma, subtração, entre outras. Inserido neste conjunto de variáveis ainda existe a classificação através de uma escala nominal e da escala ordinal (admite ordem). São exemplos deste tipo de variáveis a raça, estatura, sexo e habilitações literárias.
- **Variáveis quantitativas** – variáveis cuja escala de medida permite a quantificação. Estas podem ser contínuas ou discretas. Por exemplo a temperatura, altura, peso e distância.
  - **Variáveis contínuas** – são características mensuráveis que assumem valores numa escala contínua;
  - **Variáveis discretas** – são características mensuráveis que podem assumir apenas um número finito ou infinito numerável de valores.

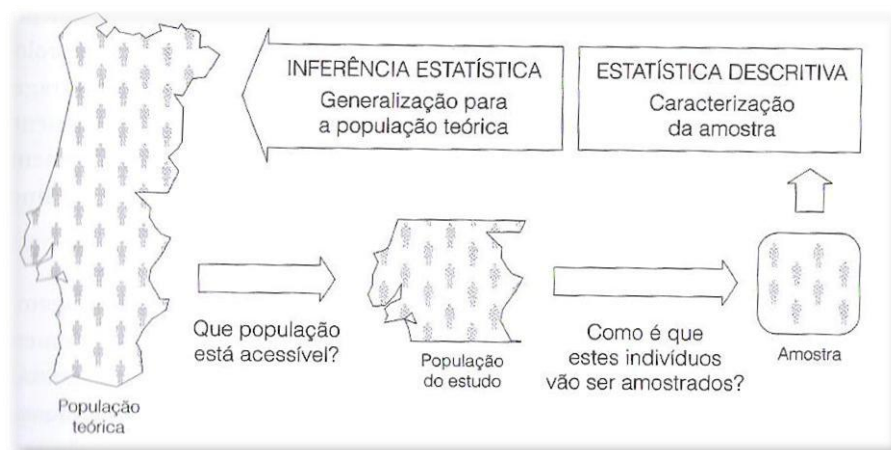
### 2.1.3. População vs Amostra

A população é o conjunto de dados que expressa a característica que se pretende medir para a totalidade dos indivíduos que constituem o objeto de análise. Como este é um conjunto que geralmente abrange um número muito elevado de elementos, é pouco prático usá-lo para estudar a(s) característica(s) que se pretende(m). Deste modo é ainda necessário, depois de definir a população a estudar, criar uma amostra – subconjunto de dados pertencentes à população.

É fundamental ter em consideração que a amostra “escolhida” tem de ser representativa da população em estudo, uma vez que, quando o estudo envolve Inferência Estatística, a amostra escolhida vai ser usada para “prever” as características da população.

Segue-se um pequeno esquema representativo do processo de amostragem:

**Figura 23** – Esquema representativo do processo de amostragem



**Fonte** - Maroco, 2010

Quando é feito o estudo das variáveis da amostra, normalmente, são usadas quantidades que se designam por estatísticas ou indicadores (como já foi referido acima). Estas são representadas por letras romanas (por exemplo a média:  $\bar{X}$ ) e caracterizam a amostra. Por outro lado estas estatísticas permitem inferir acerca do verdadeiro valor das características da população. Estas quantidades na população representam-se por letras gregas (por exemplo a média:  $\mu$ ) e designam-se por parâmetros da população.

## 2.2. Estatística descritiva

### 2.2.1. Representação gráfica dos resultados

A representação gráfica das observações da amostra tem como principal objetivo a visualização rápida e simples das características da variável em estudo, bem como facilitar a absorção dessas mesmas características pelo indivíduo que realiza e/ou assiste ao estudo. Este tipo de estudo é geralmente realizado numa análise preliminar aos dados que se pretendem explorar.

As representações gráficas mais frequentes a nível estatístico são:

- **Tabela de frequências** – representa a variável em estudo e a sua frequência na amostra, ou seja, a contagem do seu aparecimento na amostra (frequência absoluta) ou a sua percentagem (frequência relativa).

- **Gráfico de barras ou histograma (para variáveis contínuas)** – Os valores da variável são representados num dos eixos do gráfico enquanto a sua frequência é representada por uma barra vertical ou horizontal do tamanho da frequência. No caso da variável ser contínua os valores da variável são agrupados em classes e graficamente a cada classe faz-se corresponder uma barra.
- **Gráfico circular** – Normalmente usado para representar as percentagens de cada valor que a variável toma num círculo unitário (100%). As variáveis mais usadas neste tipo de representação são as nominais.
- **Gráfico linear** – Representa a diferença entre os valores da variável, uma vez que são assinaladas as coordenadas dos pontos (valor da variável, frequência) e posteriormente são unidos por uma linha. Normalmente são usados para representar a tendência de evolução de uma certa variável ao longo de um determinado período de tempo.
- **Diagrama de extremos e quartis (*box-plot*)** – Representa a mediana, o 1º e 3º quartil, os valores mínimos e máximos e ainda eventuais *outliers*<sup>5</sup>. A partir deste gráfico pode também ser analisada a assimetria da amostra. Este tipo de gráfico é representativo das medidas de localização e dispersão que vão ser expostas de seguida.
- **Diagramas de dispersão** – É útil para representar a relação entre duas variáveis. Neste tipo de representação gráfica as variáveis são representadas como pares ordenados  $(X_i, Y_i)$ , onde  $X_i$  e  $Y_i$  representam os valores da  $i$ -ésima observação da variável X e Y, respetivamente. Normalmente, a variável dependente é representada no eixo das ordenadas enquanto a variável independente é representada no das abcissas.

---

<sup>5</sup> **Outlier** – valor atípico; observação que apresenta um grande afastamento das restantes.

### 2.2.2. Estatísticas/Indicadores

Os dados apresentados em tabelas e gráficos mostram uma visão geral do problema em estudo, no entanto é conveniente fazer uma análise descritiva dos dados através de medidas que mostrem, de forma concisa, as características da amostra.

De entre as várias formas de caracterizar a amostra tomam particular importância as **medidas de tendência central ou de localização**. Estas estabelecem o valor em torno do qual os dados se distribuem.

De entre as várias medidas de tendência central, as estatísticas mais utilizadas são:

- **Média ( $\bar{X}$ )**

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

em que  $n$  é a dimensão da amostra e  $X_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) representa cada um dos valores da variável  $X$  na amostra. Esta estatística só tem significado para variáveis do tipo quantitativo. Esta medida é interpretada como a medida central da distribuição, ou seja, o valor em torno do qual se distribuem as observações.

- **Mediana ( $\tilde{X}$ )**

A mediana define-se como sendo o valor de  $X_i$  tal que, depois de ordenadas por ordem crescente todas as observações da variável  $X$ , 50% das observações sejam superiores ou iguais à mediana e 50% sejam inferiores ou iguais. Ou seja, é o valor central ou a média dos dois valores centrais da amostra ordenada. Pode ser calculada, depois da amostra ordenada, da seguinte forma:

$$\tilde{X} = \begin{cases} \frac{X_{(n/2)} + X_{((n+2)/2)}}{2} & , \text{se } n \text{ par} \\ X_{((n+1)/2)} & , \text{se } n \text{ ímpar} \end{cases}$$

onde  $n$  é a dimensão da amostra e  $X_{(i)}$  representa a  $i$ -ésima observação da amostra ordenada.

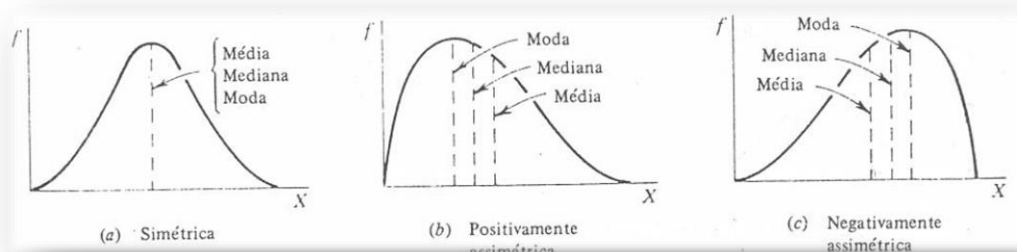
- **Moda ( $\hat{X}$ )**

A moda é o valor mais frequente da variável  $X$  na amostra. Esta estatística só tem significado para variáveis discretas, ou tornadas discretas artificialmente.

Quando só existe um valor modal, a distribuição diz-me **unimodal**. Caso contrário, quando existem dois valores muito semelhantes em termos de frequência máxima, a distribuição diz-me **bimodal**.

Depois de conhecidas estas três estatísticas, podemos relacioná-las da seguinte forma:

**Figura 24** - Relação entre média, mediana e moda



**Fonte** – Samuel Victorino, 2009

Diz-se então que a distribuição é simétrica quando as três estatísticas coincidem. A distribuição é assimétrica positiva quando o valor da média é superior ao valor da mediana que por sua vez é superior à moda. Contrariamente, a distribuição é assimétrica negativa quando o valor da média é inferior ao valor da mediana que é inferior ao valor modal.

Um outro grupo de medidas que caracterizam as variáveis estatísticas são as **medidas de dispersão ou variabilidade**. Estas medidas têm por finalidade verificar a representatividade das medidas de localização, pois indicam o grau segundo o qual os dados tendem a dispersar-se em torno de um valor médio.

As principais medidas de dispersão estudadas são:

- **Variância amostral ( $S^2$ )**

A variância é baseada na média dos desvios das observações em relação à média amostral depois de elevados ao quadrado. Este é um dos indicadores de variabilidade mais frequentes e pode ser obtido através da seguinte fórmula:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

No entanto, resultante do facto da variância ser expressa numa unidade diferente das observações da amostra, por estar elevada ao quadrado, para se tornar mais fácil a interpretação deste indicador recorre-se à sua raiz quadrada:

- **Desvio padrão amostral ( $S$ )**

O desvio padrão é uma medida de dispersão mais fácil de interpretar, uma vez que a sua dimensão é a mesma que a da variável em estudo. Esta estatística indica a dispersão dos dados de uma amostra em torno da média amostral, e é calculada da seguinte forma:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Por forma a poder comparar a variabilidade entre amostras é necessário recorrer ao Coeficiente de Variação, pois por vezes a comparação direta dos valores do desvio padrão não é conveniente ou não faz qualquer sentido.

- **Coeficiente de Variação ( $CV$ )**

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\%$$

O coeficiente de variação é independente das unidades de medida, logo é vantajoso para a comparação de distribuições cujas unidades são diferentes. No entanto, apresenta uma desvantagem quando a média amostral é próxima de zero. Assume-se uma elevada variação quando o coeficiente de variação assume valores superiores a 30% e reduzida quando os valores são inferiores a 10%.

Por último, mais um grupo de medidas de caracterização das variáveis, são as **medidas de associação**. Estas medidas quantificam a intensidade e a direção da associação entre duas variáveis. Estas medidas são também denominadas de **coeficientes de correlação**.

Um pressuposto indispensável à existência de associações é o facto de se poder estabelecer uma relação do tipo causa-efeito entre as variáveis.

- **Coeficiente de correlação de Bravais-Pearson ( $\rho$ )**

Este coeficiente mede a intensidade e a direção da associação do tipo linear entre duas variáveis quantitativas. É calculado a partir da Covariância entre as duas variáveis  $X_1$  e  $X_2$ .

O coeficiente varia entre -1 e 1.

$$Cov(X_1, X_2) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{1i} - \bar{X}_1)(X_{2i} - \bar{X}_2)}{n - 1}$$

$$\rho = \frac{Cov(X_1, X_2)}{S_{X_1} S_{X_2}}$$

Note-se que o coeficiente de correlação não é mais do que uma medida de covariância estandardizada.

O fato deste coeficiente ser adimensional permite uma análise mais facilitada e coerente da relação entre as variáveis. Assim, quando  $\rho = 0$  não existe correlação linear entre as variáveis, quando  $\rho$  tem valores próximos de 1 a correlação linear positiva é forte, e quando  $\rho$  se aproxima de -1 é forte a correlação linear negativa.

## 2.3. Inferência estatística

Depois de constituídas as amostras e da sua caracterização com recurso à estatística descritiva, segue-se o estudo da inferência estatística onde se pretende inferir acerca dos valores dos parâmetros da população teórica de onde foram obtidas as amostras e validar as hipóteses acerca desses parâmetros.

Este processo – Inferência Estatística – divide-se em duas áreas: **teoria da estimação** (cujo objetivo é estimar o valor dos parâmetros da população) e **teoria da decisão** (cujo objetivo é fundamentar decisões com base em testes de hipóteses).

O processo de Inferência Estatística inicia-se pelo conhecimento da função densidade de probabilidade, ou seja, da distribuição subjacente aos dados. Assim, caso esta não seja conhecida, é necessário estimá-la. De uma forma prática, averiguar se as observações da amostra se ajustam apropriadamente a uma determinada distribuição teórica. Para realizar esse estudo existem vários testes estatísticos que podem ser utilizados.

### 2.3.1. Testes de Ajustamento

Os testes de ajustamento são testes não paramétricos (não exigem o conhecimento da distribuição amostral) que pretendem testar:

$$H_0 : f(x) = f_0(x) \text{ vs } H_1 : f(x) \neq f_0(x)$$



onde  $f(x)$  é a distribuição desconhecida da população  $X$  e  $f_0(x)$  é a função de probabilidade proposta.

### 2.3.1.i Teste de Ajustamento do Qui-Quadrado

O teste de ajustamento do qui-quadrado destina-se a averiguar se uma amostra pode ser considerada proveniente de uma população com uma determinada distribuição sem restrições sobre ela.

A metodologia deste teste inclui os seguintes passos:

- As  $n$  observações da amostra são agrupadas em  $k$  classes (é conveniente existir pelo menos 5 observações por classe) e calculam-se as frequências observadas  $n_i$  (ou  $o_i$ );
- Calculam-se as frequências esperadas das classes,  $np_i$ , assumindo que os dados seguem a distribuição com função de probabilidade  $f_0$  (ou seja, supondo  $H_0$  verdadeira), onde  $p_i$  designa a probabilidade da variável aleatória tomar valores pertencentes à classe;
- Caso a distribuição contenha parâmetros desconhecidos estes devem ser estimados a partir da amostra.
- Utiliza-se a estatística de teste:

$$T = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} \sim \chi_{k-p-1}^2$$

onde  $p$  representa o número de parâmetros que é necessário estimar a partir da amostra.

- Rejeita-se  $H_0$ , ao nível de significância  $\alpha$  para valores elevados de  $T$ ,  $T > \chi_{1-\alpha, k-p-1}^2$

### 2.3.1.ii Teste de ajustamento de Kolmogorov-Smirnov

Este teste é particularmente indicado para distribuições contínuas, uma vez que não se aplica a dados qualitativos nem a variáveis discretas, e ainda pressupõe que os parâmetros da distribuição sejam pré-especificados, uma vez que não devem ser estimados a partir da amostra. O teste é aplicável a pequenas amostras, ao contrário do teste do Qui-Quadrado. No entanto, tem a vantagem de não estar dependente da classificação dos dados.

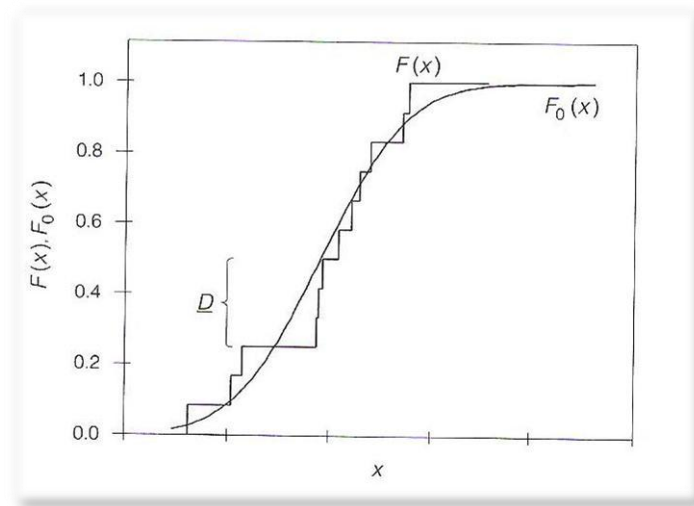
O teste K-S está relacionado com o conhecimento da função distribuição empírica ( $F_n(x)$ ).

Para calcular a estatística do teste é necessário começar por ordenar as observações da variável  $X$  por ordem crescente, calculando de seguida a frequência acumulada de cada observação. A estatística de teste é dada por:

$$D = \sup_{x \in \mathbb{R}} |F_n(x) - F_0(x)|$$

que representa a maior distância (na vertical) entre a função de distribuição empírica e a função distribuição em teste. Que é representado na figura seguinte:

**Figura 25** – Representação da distância entre a função distribuição empírica ( $F$ ) e a função distribuição em teste ( $F_0$ )



Fonte - Maroco, 2010

Assim, se  $H_0$  for verdadeira, a distância vertical máxima entre as imagens das duas distribuições não deve ser muito grande, logo  $D$  deve tomar um valor pequeno. Então, rejeita-se  $H_0$  para um nível de significância  $\alpha$  se  $D \geq D_{n,\alpha}$ , onde  $D_{n,\alpha}$  é tal que:

$$P(D \geq D_{n,\alpha} | H_0 \text{ verdadeiro}) = \alpha$$

$D_{n,\alpha}$  representa o valor crítico da distribuição da estatística  $D_n$  (Kolmogorov-Smirnov).

A maior parte dos *software* estatísticos calcula o *p-value*, isto é, o menor valor de  $\alpha$  a partir do qual  $D \geq D_{n,\alpha}$ . Assim, rejeita-se a hipótese nula se *p-value*  $\leq \alpha$ .

No caso em que não se conhecem os parâmetros da distribuição é necessário estimá-los recorrendo às observações amostrais o que origina a perda de potência no teste. Para combater esta perda Lilliefors efetuou uma correção ao teste K-S para o caso da distribuição em teste ser Normal. Este teste deve aplicar-se para amostras grandes, ou seja, de tamanho superior ou igual a 30 observações.

### **2.3.1.iii Teste de Shapiro – Wilk**

O teste de Shapiro-Wilk pretende testar se os dados de uma amostra são ou não provenientes de uma distribuição Normal. Este teste tem uma melhor performance do que o anterior quando o tamanho da amostra é reduzido (o número de observações é inferior a 30).

Este teste baseia-se na seguinte estatística de teste:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i X_i)^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

onde  $X_i$  são os valores da variável  $X$ ,  $\bar{X}$  é a média de  $X$  e  $a_i$  são as constantes geradas a partir da média, variância e covariância de  $n$  ordens com a distribuição Normal. Estes valores estão tabelados.

Valores pequenos de  $W$  indicam que a distribuição da variável sob estudo não é do tipo Normal. Os valores críticos desta estatística de teste ( $W_{\alpha,n}$ ) também estão tabelados, e rejeita-se  $H_0$  ao nível de significância  $\alpha$  quando  $W < W_{\alpha}$ .

### **2.3.2. Teste t-Student para comparação de duas médias populacionais**

Um teste de alguma relevância estatística, quando o objetivo é comparar amostras independentes representativas de duas populações diferentes, é o teste t-Student.

Este teste faz parte do conjunto dos testes paramétricos, caracterizados pela exigência do conhecimento da distribuição amostral. Este tipo de testes pode ser aplicado quando a variável possui distribuição Normal.

Uma vez que a média de uma população é um indicador importante, pela sua representatividade da amostra, é comum tomar decisões baseadas nesse indicador. Assim, para comparar populações podemos usar os seguintes testes:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad vs \quad H_1 : \mu_1 < \mu_2$$

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad vs \quad H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad vs \quad H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Os dois primeiros testes são designados testes unilaterais, uma vez que a região de rejeição abrange apenas uma das caudas da distribuição. Nestes dois testes pretende-se mostrar que um dos parâmetros é significativamente inferior ou superior ao outro parâmetro, criando uma região de rejeição do tamanho do nível de significância.

O último teste é designado por bilateral, pois ao contrário dos anteriores, a região de rejeição abrange as duas caudas da distribuição, dividindo o nível de significância pelas duas regiões de rejeição. Neste teste pretende-se verificar se um dos parâmetros é significativamente diferente do outro.

Este último teste pode ser substituído pelo seguinte:

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad vs \quad H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Suponhamos o caso mais habitual onde as variâncias são desconhecidas.

A estatística de teste é dada por:

- Se as variâncias amostrais não são diferentes:

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \sim t_{n_1+n_2-2}$$

onde  $S_p^2 = \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}$  e  $n_i$  representa a dimensão da amostra  $i$ .

- Se as variâncias amostrais são diferentes:

$$t = \frac{(\overline{X_1} - \overline{X_2})}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \sim t_v$$

onde

$$v = \frac{(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2})^2}{\frac{(\frac{s_1^2}{n_1})^2}{n_1 - 1} + \frac{(\frac{s_2^2}{n_2})^2}{n_2 - 1}}$$

As decisões do teste de t-Student seguem as seguintes regras:

$$\begin{aligned} H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad vs \quad H_1 : \mu_1 < \mu_2 &\quad \Longrightarrow \text{rejeita-se } H_0 \text{ se } t < -t_{\alpha, n_1+n_2-2} \\ H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad vs \quad H_1 : \mu_1 > \mu_2 &\quad \Longrightarrow \text{rejeita-se } H_0 \text{ se } t > t_{\alpha, n_1+n_2-2} \\ H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad vs \quad H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 &\quad \Longrightarrow \text{rejeita-se } H_0 \text{ se } t > |t|_{\alpha/2, n_1+n_2-2} \end{aligned}$$

**Nota:** A maioria dos *software* estatísticos apenas realiza testes bilaterais. De forma a contornar a situação, o *p-value* do teste unilateral pode ser obtido através da divisão do *p-value* do teste bilateral por 2.

### 2.3.3. Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney para comparação de medianas populacionais

No entanto, quando a condição de aplicação dos testes paramétricos (nomeadamente a normalidade da variável em estudo) não se verifica e se pretende comparar as populações é necessário recorrer a testes não paramétricos. Este tipo de testes não exige o conhecimento da distribuição da variável em estudo, e por isso são também conhecidos como *distribution-free tests*.

Geralmente, os testes não paramétricos são menos potentes do que os correspondentes testes paramétricos, ou seja, a probabilidade de rejeitar a hipótese nula corretamente é menor.

O teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, ou simplesmente, Mann-Whitney é o teste não-paramétrico adequado para comparar as medidas de localização de duas amostras independentes.

Este teste pode ser usado em alternativa ao teste t-Student quando não se pode assumir a normalidade dos dados. Este pressupõe a independência das amostras, que as distribuições sejam contínuas e que a variável de interesse possa ser medida numa escala suscetível de ser ordenada.

As hipóteses do teste são, escritas em função das medianas populacionais:

$$H_0: \theta_1 = \theta_2 \quad vs \quad H_1: \theta_1 \neq \theta_2$$

Este teste baseia-se nas estatísticas de Wilcoxon (W) e de Mann-Whitney (U). A estatística W é calculada da seguinte forma:

- As  $N = n_1 + n_2$  observações são ordenadas por ordem crescente. As ordens são representadas por:  $r_{ij}$ ,  $i = 1, 2$ ;  $j = 1, \dots, n_1$  ou  $n_2$ .
- De seguida calcula-se a soma das ordens para cada uma das amostras:

$$R_1 = \sum_{j=1}^{n_1} r_{1j} \quad e \quad R_2 = \sum_{j=1}^{n_2} r_{2j}$$

**Nota:** A soma de todas as ordens é  $N(N + 1)$ , logo  $R_2 = N(N + 1) - R_1$ .

- A estatística de Wilcoxon é dada por:  $W = \min(R_1, R_2)$ . Esta estatística está tabelada, e a regra usual é rejeitar  $H_0$  se  $p\text{-value} \leq \alpha$ .

A estatística U é obtida de acordo com a seguinte regra: é dada pelo número de vezes que uma observação da amostra 1 precede uma observação da amostra 2 ( $U_1$ ) ou pelo número de vezes que uma observação da amostra 2 precede uma observação da amostra 1 ( $U_2$ ) depois das N observações terem sido ordenadas. Estes valores podem ser calculados da seguinte forma:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2 = n_1 n_2 - U_1$$

A estatística U de Mann-Whitney é então  $U = \min(U_1, U_2)$ . Os valores desta estatística encontram-se também tabelados. No entanto pode-se recorrer à estatística de teste Z se  $N_1$  e  $N_2$  forem suficientemente elevados:

$$Z = \frac{U - E(U)}{S_W} \sim N(0,1)$$

onde  $E(U) = \frac{N_1 N_2}{2}$  é o valor esperado da soma das ordens e  $S_w = \sqrt{\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 - 1)}{12}}$  é o desvio padrão das ordens. Neste caso o *p-value* é calculado a partir da estatística de teste  $Z$  que tem distribuição assintótica  $N(0,1)$ .

### 2.3.4. Teste de Kruskal-Wallis

Quando se pretende comparar mais do que duas amostras independentes, por forma a verificar se as medianas populacionais são ou não iguais, usa-se o teste de Kruskal-Wallis. Este é um teste não paramétrico (é a versão não paramétrica da ANOVA) que pode ser realizado antes do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney quando se pretende comparar  $k$  ( $k > 2$ ) amostras. Se o resultado deste teste indicar que existem diferenças entre as  $k$  amostras passa-se à comparação das amostras duas a duas com o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney para verificar onde ocorrem essas diferenças.

Este teste pressupõe que as distribuições sejam contínuas e que difiram apenas na localização.

As hipóteses do teste são:

$$H_0: \theta_1 = \theta_2 = \dots = \theta_k \quad vs \quad H_1: \exists i, j: \theta_i \neq \theta_j \quad (i \neq j = 1, \dots, k)$$

Para calcular a estatística de teste começa-se por ordenar por ordem crescente todas as observações das diferentes amostras, atribuindo a cada uma a sua ordem na amostra global e mantendo a origem da observação. A estatística de teste é dada por:

$$H = \frac{\frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)}{1 - \frac{\sum_{i=1}^g (t_i^3 - t_i)}{N^3 - N}}$$

onde  $R_j = \sum_{i=1}^{n_j} r_{ij}$  representa a soma das ordens de cada uma das  $j$  ( $j = 1, \dots, k$ ) amostras e  $N$  ( $N = n_1 + n_2 + \dots + n_k$ ) é a dimensão da amostra global. O denominador é a correção necessária caso existam mais de dois grupos de empates.  $g$  representa o número de empates e  $t$  o número de observações em cada grupo de empates.

Sob  $H_0$ ,  $H \sim \chi^2_{1-\alpha, (k-1)}$  e portanto rejeita-se  $H_0$  se  $H \geq \chi^2_{1-\alpha, (k-1)}$ . A decisão do teste pode ser tomada de acordo com o  $p$ -value produzido pelo *software*.

**Nota:** Este teste pode ser escrito também em função da distribuição das amostras por forma a averiguar se as amostras são provenientes da mesma população ou pelo menos de populações com a mesma distribuição (populações idênticas). Através das hipóteses que se seguem:

$H_0$ : As distribuições das  $k$  amostras são idênticas

vs

$H_1$ : As distribuições das  $k$  amostras diferem na localização

### 2.3.5. Regressão

O termo “regressão” define um conjunto de técnicas estatísticas usadas para modelar relações entre variáveis e prever o valor de uma variável dependente (ou de resposta) a partir de um conjunto de variáveis independentes (explicativas ou preditoras). O termo “variável dependente” implica geralmente uma relação do tipo causa-efeito.

A análise de regressão é uma das técnicas estatísticas mais usadas e é aplicada para compreender a dependência estatística de uma variável relativamente a outras. Esta técnica pode mostrar que proporção da variação entre variáveis se deve à variável dependente e/ou às variáveis independentes. É útil também no sentido de poder estimar efeitos de uma dada variável, fazer previsão e descrever modelos.

O estudo da regressão é sustentado num modelo matemático construído com base em fatores (variáveis independentes) que permitem prever posteriormente a variável dependente. No entanto, existem vários tipos de regressão: o modelo pode partir do pressuposto de que uma determinada variável evolui de uma forma linear, logarítmica, exponencial, ou de outro modo.

O modelo de regressão mais comum é o modelo linear. Antes de se proceder ao estudo da regressão linear podem representar-se os pares ordenados das variáveis independente e dependente  $(x_i, y_i)$  através de um diagrama de dispersão. Se este exibir tendência linear deve proceder-se ao estudo da regressão linear. Este diagrama também permite, empiricamente, verificar se existe uma correlação forte ou fraca, positiva ou negativa, entre as variáveis.



### 2.3.6.i Regressão Linear

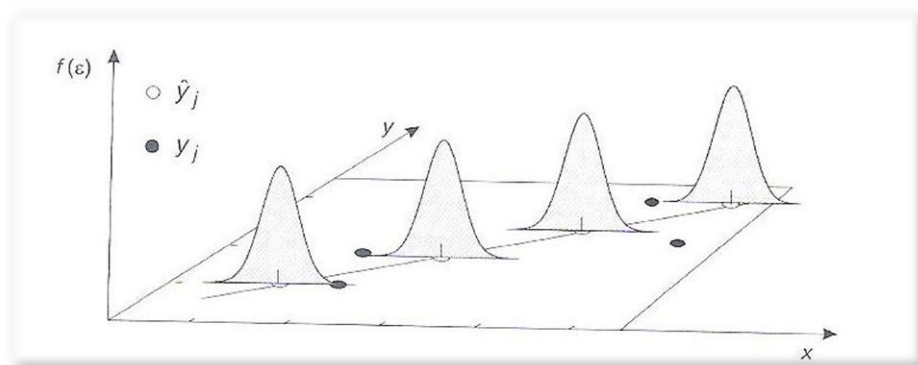
Neste tipo de regressão a relação entre as variáveis pode ser descrita por uma relação linear, ou seja, a relação entre a variável dependente e as variáveis independentes é uma reta (no caso de existir apenas uma variável independente) ou um plano hipergeométrico (no caso de duas ou mais variáveis independentes). Caso exista apenas uma variável independente o modelo tem o nome de regressão linear simples, caso contrário, denomina-se regressão linear múltipla.

O modelo matemático da regressão linear múltipla pode ser descrito do seguinte modo:

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_p X_{pj} + \varepsilon_j \quad (j = 1, \dots, N)$$

Neste modelo,  $Y_j$  representa as variáveis dependentes,  $X_{ij}$  as  $i$  variáveis independentes que influenciam a variável  $Y_j$ ,  $\beta_i$  são os coeficientes de regressão que simbolizam os declives parciais,  $\beta_0$  é a ordenada na origem e  $\varepsilon_j$  corresponde ao erro ou resíduo do modelo  $j$ . O modelo descrito acima exige que os erros sejam aleatórios e independentes. Usualmente consideram-se com distribuição normal de valor médio nulo e variância constante e supõe-se que as variáveis independentes sejam ortogonais (não correlacionadas ou muito pouco correlacionadas). Estas exigências podem ser representadas na imagem que se segue, referente ao modelo de regressão linear simples, e vão ser expostas mais adiante:

**Figura 26** – Representação dos pressupostos dos erros do modelo



**Fonte** – Maroco, 2010

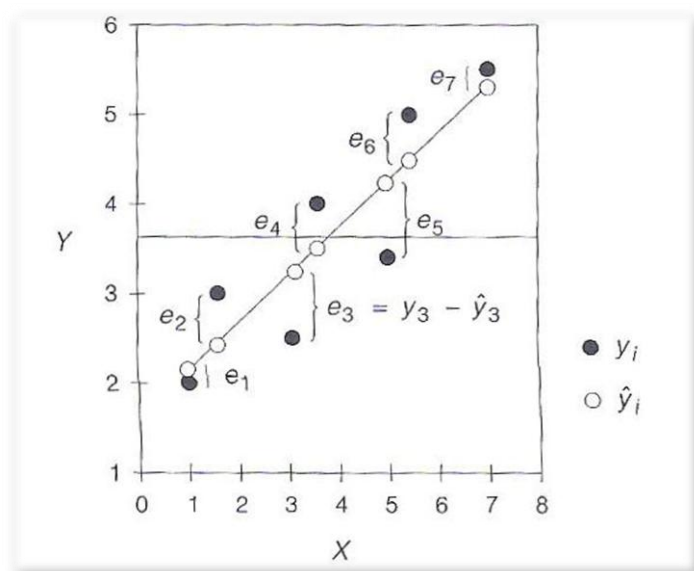
Uma vez que os erros são quantidades aleatórias desconhecidas e não é possível medi-las com exatidão, podemos transformar o modelo acima descrito no seu valor médio:

$$\hat{y}_j = E(Y_j|X_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{1j} + \dots + \beta_p x_{pj}$$

pois o valor médio do erro é nulo, pelas exigências do modelo. Desta forma podemos estimar  $\varepsilon_j$  através de  $e_j = y_j - \hat{y}_j$ .

O passo seguinte consiste na estimação dos coeficientes de regressão através da amostra representativa da população. Os estimadores dos coeficientes de regressão denotam-se por  $b_p = \widehat{\beta}_p$ . O principal método usado para estimar estes coeficientes é o Método dos Mínimos Quadrados, que tem por base a minimização dos erros ou resíduos do modelo ( $e_j = y_j - \hat{y}_j$ ). Graficamente corresponde a fazer passar a “reta” o mais próximo possível dos valores observados  $Y_i$ , de forma a que a distância entre  $y_j$  e  $\hat{y}_j$  seja menor possível, como ilustrado na figura seguinte:

**Figura 27** – Representação do método dos mínimos quadrados, supondo o caso particular de regressão linear simples



Fonte – Maroco, 2010

Segue-se uma pequena descrição do Método dos Mínimos Quadrados no caso de regressão linear múltipla. Expressando o modelo em termos matriciais tem-se:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

onde

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \cdots & x_{p1} \\ 1 & x_{12} & \cdots & x_{p2} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & \cdots & x_{pn} \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

Este método consiste na minimização da soma dos quadrados dos erros, representada por:

$$SQE = \sum_{j=1}^N \varepsilon_j^2 = \sum_{j=1}^N (y_j - \beta_0 - \beta_1(x_{1j} - \bar{x}_1) - \cdots - \beta_p(x_{pj} - \bar{x}_p))^2$$

Em termos matriciais, esta minimização é obtida através do seguinte cálculo:

$$\frac{\partial}{\partial \boldsymbol{\beta}} [(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})] = 0$$

$$\Leftrightarrow$$

$$-2 \mathbf{X}'\mathbf{y} + 2 (\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\boldsymbol{\beta}} = 0$$

$$\Leftrightarrow$$

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y}$$

e assim são conhecidas as estimativas dos coeficientes de regressão.

Supondo a validade dos pressupostos do modelo, as estimativas dos coeficientes de regressão seguem distribuição Normal:

$$\hat{\beta}_i \sim N(\beta_i, \sigma^2 c_{ii}), \quad i = 0, \dots, p$$

onde  $c_{ii}$  é o  $i$ -ésimo elemento da diagonal principal da matriz  $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$ .

Assim,

$$\frac{\hat{\beta}_i - \beta_i}{\hat{\sigma} / \sqrt{c_{ii}}} \sim t_{N-p-1}, \quad i = 0, \dots, p$$

e ainda, a estimação de  $\sigma^2$  é obtida da seguinte forma:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SQE}{N - p - 1}$$

Prova-se que  $\frac{(N-p-1)\hat{\sigma}^2}{\sigma^2} = \frac{SQE}{\sigma^2} \sim \chi_{N-p-1}^2$ .

É importante testar as hipóteses do modelo e realizar a análise de variância, por forma a verificar se os resultados obtidos para a amostra também são válidos para a população em estudo.

A análise da variância tem por objetivo verificar se algum dos coeficientes estimados é ou não nulo na população de onde a amostra foi extraída. As hipóteses do teste são:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0 \quad vs \quad H_1: \exists i : \beta_i \neq 0 \quad (i = 1, \dots, p)$$

Facilmente se verifica que a variabilidade total de Y (SQT), expressa pela soma dos quadrados dos desvios de Y relativamente a  $\bar{Y}$  se decompõe na seguinte soma:

$$\begin{aligned} SQT &= SQR + SQE \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \sum_{j=1}^N (Y_j - \bar{Y})^2 &= \sum_{j=1}^N (\hat{Y}_j - \bar{Y})^2 + \sum_{j=1}^N (Y_j - \hat{Y}_j)^2 \end{aligned}$$

em que SQR é a componente que expressa a variabilidade explicada pelo modelo ajustado e SQE é a componente que expressa a variabilidade explicada não pelo modelo mas pelos erros. Deste modo, a variabilidade explicada pelo modelo ajustado deve ser superior à variabilidade explicada pelos erros, ou seja, a estatística de teste é:

$$F = \frac{SQR/p}{SQE/(n-p-1)} = \frac{QMR}{QME}$$

onde QMR e QME são os quadrados médios da regressão e dos erros, respetivamente.

Assim, sob  $H_0$ , a estatística de teste possui distribuição F-Snedecor. É disponibilizada pelo *software* uma tabela ANOVA da regressão que contém as fontes de variação, a soma dos quadrados, os graus de liberdade, os quadrados médios, o valor da estatística de teste e o p-value do teste. Se o *p-value* for inferior ao nível de significância do teste há razões para rejeitar a hipótese nula, ou seja, pelo menos um dos coeficientes é não nulo, isto é, pelo menos uma das variáveis independentes possui um efeito significativo sobre a variável dependente. Dito de forma mais simplificada, o modelo ajustado aos dados é significativo.

Outro indicador da qualidade de ajustamento, baseado na soma dos quadrados, é o coeficiente de determinação ( $R^2$ ):

$$R^2 = \frac{SQR}{SQT}$$

Definido desta forma, o coeficiente de determinação mede a proporção da variabilidade total que é explicada pela regressão, ou seja a proporção da variabilidade total de Y que é atribuível à dependência do Y de todos os  $X_i$ . Quando  $R^2 = 0$  o modelo não se ajusta aos dados, contrariamente quando  $R^2 = 1$  o ajustamento é perfeito.

No entanto, este coeficiente não deve ser usado para comparar modelos que diferem relativamente ao número de variáveis independentes, uma vez que, de uma forma geral a incorporação de mais uma variável independente tende a aumentar o valor de  $R^2$  mesmo que esta possua influência reduzida sobre a variável dependente. De forma alternativa, o coeficiente ajustado  $R_a^2$  é mais seguro, uma vez que este apenas aumenta se a adição da nova variável produzir um melhor ajustamento do modelo aos dados. Este coeficiente é expresso por:  $R_a^2 = 1 - \frac{QME}{QMT}$ , ou

seja, o coeficiente ajustado apenas aumenta quando a variabilidade dos erros diminui relativamente à variabilidade total.

Uma vez que o resultado do teste da análise de variância apenas conclui que pelo menos um dos coeficientes é ou não diferente de zero, mas não identifica qual é o coeficiente, deve ser feito um teste de hipóteses individual a cada coeficiente. Neste teste as hipóteses são:

$$H_0: \beta_i = 0 \quad vs \quad H_1: \beta_i \neq 0 \quad , i = 1, \dots, p$$

Com a seguinte estatística de teste:

$$T = \frac{\beta_i}{\sqrt{\widehat{Var}(\beta_i)}} \sim t_{N-p-1}$$

O resultado deste teste pode também ser aferido através do *p-value* produzido pelo *software*. Caso o *p-value* seja inferior ao nível de significância é rejeitada a hipótese nula.

Para além destes testes acerca da validade dos coeficientes na população, na prática devem ser validados os pressupostos do modelo de regressão linear para que a sua interpretação seja a mais correta possível. Esses pressupostos são a normalidade dos resíduos, a aleatoriedade (independência) dos resíduos e a constância da sua variabilidade, e a ortogonalidade entre as variáveis independentes. A normalidade dos resíduos pode ser verificada através de métodos gráficos, através de um PP-plot (gráfico de probabilidade Normal) dos resíduos, em que as observações se devem aproximar da diagonal principal, ou usando um teste não paramétrico para verificar se a distribuição dos resíduos é Normal. A segunda condição é verificada através da construção de gráficos de resíduos vs valores preditos, que deve apresentar manchas de pontos aleatórios com o mesmo tipo de dispersão em torno do eixo das abcissas. Quanto à ortogonalidade, deve ser estudada a multicolinearidade entre as variáveis independentes, ou seja, testar se as variáveis independentes estão fortemente correlacionadas entre si, o que não é desejável pois torna a análise do modelo de regressão confusa, uma vez que se as variáveis estiverem associadas umas às outras pelo menos uma delas pode ser escrita em função de outra, tornando-a redundante. A análise da multicolinearidade é um pouco mais complexa e vai ser resumida de seguida.

A multicolinearidade pode ser testada de diversas formas.

- A primeira forma só trata o diagnóstico de colinearidade de variáveis duas a duas, é realizada através da análise da matriz de correlações, que deve conter, para que não haja multicolinearidade, coeficientes de correlação baixos.

- Por outro lado, a multicolinearidade pode ser verificada também através do VIF – *Variance Inflation Factor* (fator de inflação da variância) – dado por  $\left(\frac{1}{1-R_i^2}\right)$ .

A variância dos coeficientes de regressão é obtida através da seguinte expressão:

$$\text{Var}(\hat{\beta}_i) = \sigma^2 \left( \frac{1}{1-R_i^2} \right) \times \frac{1}{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i)^2}$$

Se a correlação for nula,  $\text{Var}(\hat{\beta}_i)$  é a menor possível. Caso contrário, quanto maior for a colinearidade entre a variável  $X_i$  e as restantes variáveis independentes então maior é o valor da variância. Na prática, valores de VIF superiores a 10 são representativos de problemas na estimação de  $\beta_i$  devido a problemas de multicolinearidade nas variáveis independentes.

- Relacionado com o método anterior de verificação da multicolinearidade, existe a tolerância da variável  $X_i$ , definida como  $T = 1 - R_i^2 = 1/\text{VIF}$ . Valores baixos (próximos de zero) de T significam que a variável  $X_i$  pode ser escrita através de outras variáveis independentes, o que resulta no diagnóstico positivo de multicolinearidade.

Após verificar estes pressupostos, a interpretação do modelo de regressão pode ser efetuada de forma mais fidedigna.

Uma questão que se coloca quando dispomos de observações  $y_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ , e de valores de vários regressores é a de saber se todos os regressores são importantes para a construção do modelo, isto é, se alguns não contribuem para um melhor ajuste do modelo, pelo que não devem ser incluídos. Assim deve-se ter em consideração o método de seleção das variáveis. Por omissão, o método de seleção das variáveis independentes do modelo é a introdução de todas as variáveis (normalmente designado “**Enter**”), no entanto existem outros métodos de seleção que podem conduzir à escolha das variáveis mais “influentes” na variável dependente / resposta. Uma vez que a adição de regressores faz diminuir o número de graus de liberdade de determinadas estatísticas, o que provoca o aumento da incerteza de alguns resultados, é necessário efetuar uma escolha adequada das variáveis independentes do modelo. Estes métodos são:

- **Seleção Forward:** Neste método o modelo inicial inclui apenas a constante ( $\beta_0$ ) e as variáveis independentes são adicionadas, uma a uma, consoante o grau de correlação com a variável dependente, ou seja, é adicionada sempre a variável que conduz ao

maior aumento do coeficiente de determinação. Note-se que, após a introdução da primeira variável dependente, o estudo das variáveis seguintes a introduzir tem em conta o modelo já ajustado no passo anterior.

- **Seleção Backward:** Neste método o modelo é iniciado com as  $p$  variáveis independentes, e a escolha da remoção é feita através de uma estatística  $F$  parcial calculada para cada variável como se fosse a última a entrar no modelo. A variável cujo valor de  $F$  é menor é comparada com o valor crítico de  $F$ , ou com o nível de significância, e se o valor de  $F$  parcial é inferior ao valor crítico a variável é removida. O processo repete-se, ajustando-se o modelo a cada passo, até que não haja mais nenhuma variável para retirar ou até que a condição de remoção para as variáveis sobrantes não seja verificada.

O valor da estatística  $F$  parcial é dado por:

$$F = \frac{SQR(X_k | X_1, \dots, X_{k-1})}{QME}$$

Onde  $QME = \frac{SQE}{n-p-1}$  representa o quadrado médio dos erros do novo modelo.

- **Seleção Stepwise:** Este método é uma mistura dos dois modelos anteriores. Trata-se de uma modificação da seleção Forward em que em cada passo todas as variáveis do modelo são previamente verificadas pelas suas estatísticas  $F$  parciais.

A melhor forma de selecionar o método, para obter o melhor modelo de regressão, é usar todos os métodos enunciados e verificar quais as variáveis que são retiradas do modelo comuns aos diferentes métodos de seleção. Ou ainda, dos métodos de seleção existentes verificar qual o método que origina melhor coeficiente de determinação ajustado e menor  $QME$ . Também é importante, quando é conhecido o caso em estudo, usar o conhecimento empírico acerca do relacionamento das diversas variáveis.

(Hall, Neves, & Pereira, 2007), (Maroco, 2010), (Guimarães & Cabral, 1997)



# Capítulo III

## Enquadramento prático

### 3.1. Estágio

#### 3.1.1. Integração na Organização de Acolhimento

A integração da estagiária na organização de acolhimento foi primeiramente efetuada por uma colaboradora pertencente ao Departamento de Recursos Humanos que começou por mostrar toda a sede da Administração do Porto de Aveiro, bem como os restantes elementos da empresa, indicando qual a responsabilidade de cada um na organização. Durante esta acolhedora apresentação foi entregue à estagiária o Manual de Acolhimento da APA, S.A., que contém as informações referentes ao Porto de Aveiro, a evolução histórica, o código de ética e conduta e os contatos úteis.

O estágio foi realizado no Gabinete de Estatística, situado no Departamento de Informática da sede da APA, S.A..

O Dr. Luís Sousa (orientador) efetuou uma breve apresentação das tarefas estipuladas para a estagiária durante o período de seis meses de estágio na organização de acolhimento. Durante o período de estágio o orientador mencionava quais as tarefas a realizar e acompanhava o seu desenvolvimento. Proporcionou também o conhecimento da sede da Administração do Porto da Figueira da Foz, uma vez que o trabalho realizado durante este período incidia na estatística portuária da Figueira da Foz e o acompanhamento da colega de estágio na realização de entrevistas a administradores portuários de diversos portos nacionais. Também realizou uma visita pelas diferentes zonas de atividade portuária do Porto de Aveiro, permitindo o conhecimento mais direto das diversas atividades portuárias.

Em suma, a receção e integração na APA, S.A. por parte dos diferentes colaboradores, orientador e colega de estágio foi boa, o que facultou um ambiente de trabalho agradável facilitando a execução das variadas tarefas ao longo do período de estágio.

### 3.1.2. Atividades desenvolvidas durante o estágio

As tarefas realizadas giraram em torno da estatística portuária, a sua atualização nos portais das administrações do Porto de Aveiro e Figueira da Foz, fornecimento dos dados estatísticos mensais a variadas entidades, resposta a pedidos de diferentes gabinetes da APA, S.A. e a execução de novos *templates* nas bases de dados estatísticas dos portos com vista a melhorar a visualização e tratamento dos mesmos.

A estatística portuária baseia-se na quantidade e tipo de mercadoria movimentada, o tipo de operação (carga ou descarga), o nº de navios chegados ao porto, o tempo de estadia do navio no porto, agentes, operadores, clientes, entre outros indicadores.

Quanto ao *software* utilizado na execução das tarefas pela estagiária foi maioritariamente centrado em folhas de cálculo do Microsoft Excel. Para aceder aos dados foram usados os programas SIGAPA e SIGFOZ que incluem o módulo de estatística, faturação, tarifário e gestão dominial, a JUP – Janela Única Portuária, e as folhas de cálculo elaboradas pelos colaboradores dos cais com a informação referente aos navios atracados e comboios chegados.

Em anexo (XI), encontra-se o exemplar do cabeçalho da listagem geral que é fornecida pelo programa SIGAPA e SIGFOZ no período selecionado pelo utilizador. A estatística portuária do Porto de Aveiro e Figueira da Foz é baseada nesse conjunto de dados.

De seguida são descritas as principais tarefas executadas ao longo do estágio:

- **Organização da base de dados relativa aos indicadores ambientais, com Eng.<sup>a</sup> responsável pelo Departamento de Ambiente**

Primeiramente foi criada uma folha de cálculo mensal onde eram medidos todos os indicadores ambientais, de forma a obter no final do ano, o valor anual dos vários indicadores. Estes indicadores são, por exemplo, o consumo de combustível, consumo de energia elétrica, consumo de água, emissões causadoras de efeito de estufa, resíduos de navios, indicadores de conformidade ambiental, entre outros.

A partir desta tabela anual (ver anexo I) foram criadas saídas gráficas, de cada indicador ou conjunto de indicadores, relativamente ao ano corrente e aos dois anos anteriores. Estas saídas gráficas são necessárias em vários relatórios efetuados pelo Departamento de Ambiente da empresa.

Após a seleção dos indicadores necessários, a fase seguinte consistiu em preparar as diversas tabelas mensais para medir cada indicador.

Esta tarefa foi simultaneamente realizada para o Porto de Aveiro e para o Porto da Figueira da Foz e com recurso a folhas de cálculo do Microsoft Excel.

- **Ajuda na preparação dos Portais da APA e APFF para a sua inauguração durante o mês de Fevereiro**

A apresentação e desenvolvimento dos conteúdos dos novos portais das administrações do Porto de Aveiro e do Porto da Figueira da Foz ocorreu durante o período de estágio. Para tal, foi solicitada a ajuda da estagiária em diversas áreas: atualização e verificação das estatísticas portuárias dos dois portos; organização dos conteúdos referentes ao menu “Tarifários”, onde constam os documentos relativos aos regulamentos e tarifários dos portos; verificação do funcionamento dos diversos *links* existentes e dos diferentes idiomas nos sites em inglês e castelhano; elaboração de um gráfico referente ao nº de nautas por ano (2009 a 2012) que usaram a marina do Porto da Figueira da Foz e a alteração dos contatos gerais da segurança no menu “Segurança”, tendo sido elaborada uma nova tabela com os contatos atualizados e com *layout* adequado à nova imagem do portal, para a APA e para a APFF. Para realizar algumas destas tarefas foi necessário recorrer ao BackOffice do Portal para introduzir alguns conteúdos no mesmo.

- **Envio de dados a pedido do ministério**
- **Atualização das estatísticas mensais do Porto da Figueira da Foz no portal**

Mensalmente é necessário atualizar as estatísticas mensais do Porto da Figueira da Foz no portal da APFF no menu “Estatística”, através do BackOffice do portal. Para tal foi criada uma tabela que resume os indicadores (ver o modelo a preencher no anexo II). Constam dessa tabela o total movimentado, em toneladas, de cada tipo de mercadoria, o nº de navios que atracaram no porto nesse mês, a soma da arqueação bruta dos navios e a soma dos seus comprimentos. Estes indicadores são medidos no mês do ano corrente, no acumulado desse ano e no período homólogo dos dois anos anteriores para se obter a variação de cada um dos indicadores entre os diversos anos. Essa variação é expressa em toneladas e também em percentagem. Os dados destinados a preencher esta tabela são importados através do programa SIGFOZ (programa que inclui o módulo de estatística) e/ou são fornecidos mensalmente pelo Porto da Figueira da Foz, em folhas de cálculo realizadas pelos colaboradores da exploração portuária.

Ainda referente à estatística portuária, os dados também são expressos em gráfico de barras. Nesse gráfico de barras são mostradas as toneladas movimentadas de cada tipo de mercadoria no acumulado do ano corrente e dos dois anos anteriores, o que permite verificar a evolução ao longo do ano e comparar com o mesmo período dos anos anteriores.

No final do ano é também divulgado um gráfico com a movimentação total de carga em cada mês (em barra) e duas linhas com a mesma informação para os dois anos anteriores.

A atualização do portal a nível estatístico é também feita nas versões em inglês e castelhano.

Posteriormente foi necessário também executar esta tarefa para o Porto de Aveiro, em que se procede da mesma forma, e foi sugerido que a estatística divulgada nos portais dos dois portos disponibilizasse a informação também por tipo de operação, ou seja, que se discriminasse os movimentos de exportação e importação, uma vez que é um fator importante na estatística portuária.

- **Elaboração de rascunhos de notícias**

Por norma, mensalmente são lançadas notícias acerca da evolução da estatística do Porto de Aveiro e do Porto da Figueira da Foz. Nesta tarefa era necessário averiguar quais as diferenças dos vários indicadores entre os períodos homólogos do ano corrente e do ano anterior para depois serem esquematizadas em tópicos, através de frases curtas, nas quais a notícia é baseada. Geralmente eram analisadas a quantidade total de carga movimentada, o número de navios atracados e as suas características e qual o tipo de mercadoria mais movimentado, fazendo sempre a comparação com o(s) ano(s) anterior(es). Em anexo (III) encontra-se uma destas notícias.

- **Reestruturação da recolha de dados no Porto da Figueira da Foz**

A adequabilidade da recolha e organização dos dados é um fator importante na execução correta e facilitada da análise dos mesmos. Por forma a tornar mais facilitado o estudo dos indicadores portuários procedeu-se a uma transformação da organização dos dados recolhidos aquando da acostagem de um navio no Porto da Figueira da Foz.

Esta tarefa é considerada a mais central do período de estágio, uma vez que frequentemente ocorriam erros de discrepância de valores resultantes do processo de identificação de mercadorias, e que necessitavam de ser atenuados. Este problema levou à reestruturação da organização dos dados recolhidos.

Com recurso a folhas de cálculo do Microsoft Excel procedeu-se à execução de uma nova folha mensal de registo dos navios atracados – “Mapa mensal de movimentação de navios” (ver anexo IV). Esta nova folha está adaptada para proceder a todos os cálculos necessários para a execução de um relatório resumo mensal das estatísticas da APFF. A criação deste novo *template* teve em conta a necessidade da obtenção “quase” direta dos dados do relatório, tendo este último sido construído com base em ligações e fórmulas aos dados do mapa mensal.

Relativamente à base de dados usada inicialmente pela APFF que continha a informação acerca dos navios atracados executaram-se algumas alterações:

- Passou a existir um único documento que contém todas as folhas onde é necessária a introdução manual dos dados e um outro documento (preenchido quase automaticamente) que contém o relatório mensal;
- Apesar de todos os indicadores que já eram preenchidos permanecerem, pela sua necessidade, foram feitas alterações na forma da sua introdução e na sua organização na folha de cálculo. Passaram a ser usadas listas para preencher os campos de forma que a introdução de dados nesses campos estivesse condicionada aos preenchimentos permitidos e foram usadas fórmulas de soma de colunas;
- Adicionou-se uma coluna que calcula o tempo de estadia do navio em porto, através do cálculo da diferença de horas entre duas datas;
- Foram adicionadas três linhas no topo que calculam a soma das quantidades movimentadas; a soma da arqueação bruta e comprimento dos navios; indicam qual é o valor máximo do calado máximo e contabilizam o nº de navios. Uma das linhas é referente ao acumulado no ano até ao mês anterior, a próxima linha é referente ao mês corrente e a última linha contém o acumulado das duas linhas anteriores. Este cabeçalho contém ainda os filtros para cada coluna.
- Procedeu-se à uniformização dos nomes dos vários tipos de mercadoria por forma a minorar o número de erros incidentes na contagem da carga contentorizada e para preencher este campo usaram-se também listas para que o mesmo tipo de carga fosse sempre referido da mesma forma. Para além de diminuir o número de erros permite também aplicar fórmulas que usem o reconhecimento do nome da mercadoria.
- Nesta folha existem ainda duas ligações para folhas de cálculo auxiliares, que não existiam no formato antigo, uma que permite obter o nº de horas de trabalho de cada máquina (grua) em cada navio (ver anexo V), e conseqüentemente no final do mês, e outra que fornece o nº de contentores cheios e vazios, e o tamanho de cada um, transportados em cada navio (ver anexo VI).

A folha que permite o cálculo do nº de horas de trabalho é baseada na diferença de horas por período de trabalho, e em cada período tem ainda associada a quantidade de mercadoria movimentada, para posteriormente poder ser calculado o rendimento de cada máquina. A folha referente ao cálculo do nº de contentores transportados por navio necessita da informação acerca do tamanho do contentor e se está cheio ou vazio, e vai permitir depois calcular o nº de contentores no relatório mensal. Estas duas folhas têm também que ser preenchidas pelo colaborador.

Relativamente às alterações no relatório mensal, estas ocorreram apenas no *layout* e na forma de obter os dados. Todas as informações disponibilizadas no relatório anteriormente

continuam a ser disponibilizadas, mas no novo formato estas são obtidas através de fórmulas e ligações ao mapa mensal de movimentação de navios, quase instantaneamente. Este relatório contém uma parte destinada à informação referente à movimentação de navios, outra destinada à movimentação de mercadorias por tipo de mercadoria e por tipo de operação, informações referentes às empresas de estiva e aos agentes e por fim o é feito o cálculo do rendimento do equipamento de movimentação vertical.

- **Informação estatística mensal para o IPTM**

Mensalmente é necessário preencher uma tabela com os dados mensais para fornecer ao Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos (IPTM). A tabela preenchida é a seguinte, referente ao mês de Fevereiro de 2013:

**Figura 28** – Tabela a preencher para fornecer ao IPTM

**Porto da Figueira da Foz, Fevereiro 2013**

							unid: ton
Porto	Classe	Grupo	Ano	Mês	Carga	Descarga	Valor
Figueira da Foz	Carga Geral	Fracionada	2013	Fevereiro	52 511	42 001	94 569
Figueira da Foz	Carga Geral	Contentorizada	2013	Fevereiro	2 228	2 228	22
Figueira da Foz	Carga Geral	RO-RO	2013	Fevereiro	0	0	0
Figueira da Foz	Graneis Sólidos	Carvão	2013	Fevereiro	0	0	0
Figueira da Foz	Graneis Sólidos	Minérios	2013	Fevereiro	0	0	0
Figueira da Foz	Graneis Sólidos	Produtos Agrícolas	2013	Fevereiro	0	0	0
Figueira da Foz	Graneis Sólidos	Outros	2013	Fevereiro	20 555	18 300	20 775
Figueira da Foz	Graneis Líquidos	Petroleo Bruto	2013	Fevereiro	0	0	0
Figueira da Foz	Graneis Líquidos	Produtos Petrolífero	2013	Fevereiro	0	0	0
Figueira da Foz	Graneis Líquidos	Outros	2013	Fevereiro	0	0	0
Figueira da Foz	Contentores	Número	2013	Fevereiro	343	74	417
Figueira da Foz	Contentores	TEU's	2013	Fevereiro	676	148	82
Figueira da Foz	Navios	Número	2013	Fevereiro	0	0	38
Figueira da Foz	Navios	GT	2013	Fevereiro	0	0	118 73

- **Atualização do Portal BIMCO.org**

Procedeu-se à atualização dos dados do Porto de Aveiro no portal de uma associação naval – BIMCO. Para realizar esta tarefa foi necessário entrar em contato com diferentes departamentos da APA para poder obter os vários dados necessários e introduzir no portal. De uma forma genérica os dados que eram pedidos pelo portal eram referentes à caracterização da organização (APA) e às condições de navegação do Porto de Aveiro.

- **Escalonamento de navios**

Trimestralmente é pedida a informação, pelo Gabinete de Estratégia, do nº de navios escalados no Porto de Aveiro, onde é solicitado o preenchimento da seguinte tabela:

**Figura 29 – N° de navios escalados no 1º trimestre de 2013 por dimensão e terminal**

Dimensão dos navios		1ºT 2013						
		TN	TS	TGL	Ro-Ro	TGS	Outros	Total
< 95 m	N.º navios escalados	35	59	9	0	4	0	107
95 m - 115 m	N.º navios escalados	24	0	4	0	0	0	28
115 m - 125 m	N.º navios escalados	12	0	0	0	0	0	12
125 m - 135 m	N.º navios escalados	2	0	0	0	0	0	2
>135 m	N.º navios escalados	5	0	2	0	4	0	11

- **Newsletter mensal**

É realizada mensalmente pelo departamento de recursos humanos, a *newsletter* Info@PA onde constam as atividades realizadas pelo Porto de Aveiro nesse mês, as informações gerais e a informação estatística mensal. É então pedida a informação estatística referente a esse mês, da mesma forma que é disponibilizada na web, e ainda um gráfico circular com a distribuição da mercadoria movimentada por tipo de mercadoria e outro gráfico da evolução da quantidade movimentada ao longo do ano.

- **Alteração da folha de cais e da ferrovia**

Também para o Porto de Aveiro, a nível estatístico, foi alterado o documento onde são introduzidos os navios que atracam no porto e as suas características, bem como a folha correspondente para o movimento ferroviário.

Desenvolveram-se novos *templates* por forma a facilitar a pesquisa e posterior tratamento dos dados. A informação que estava até então presente nestas folhas permaneceu, com ligeiras alterações, mas adicionaram-se novos campos úteis ao tratamento estatístico dos dados.

A folha de cais (onde são registados os navios chegados) contém os seguintes campos: N° de processo do navio, nome do navio, arqueação bruta (TAB) e comprimento, data de acostagem e de desacostagem. Relativamente à mercadoria, foi dividida por tipo de operação (carga e descarga) e para cada um dos tipos refere-se o nome da mercadoria (que contém também indicado o tipo de mercadoria através de iniciais), o terminal, a quantidade, o agente e a empresa de estiva. No final ainda é fornecida a quantidade total movimentada pelo navio e o total de horas efetivas de trabalho efetuadas pelo equipamento de movimentação vertical utilizado no navio. A contagem das horas efetivas é feita de forma análoga à efetuada no Porto da Figueira da Foz (já referido anteriormente). As linhas iniciais são destinadas às somas, valores máximos do mês corrente, acumulados do ano, contagem do n° de navios e filtros. O exemplar desta folha pode ser visualizado no anexo IX.

Quanto à folha de ferrovia (ver anexo X), contém também o nº de processo, as empresas ferroviárias e de estiva, a data de entrada e de saída, o importador/exportador (ou seja, o cliente), a origem ou destino da mercadoria, a quantidade de mercadoria movimentada, o tipo de operação

(receção ou levante), o nº de vagões e uma coluna destinada às observações. Também a folha de ferrovia contém as linhas iniciais destinadas às somas, fórmulas e filtros. Anteriormente o movimento ferroviário era registado mensalmente por cada empresa, e era necessário acumular os dados de todas as empresas para obter a informação total do mês.

Em ambas estão acessíveis formas rápidas de seleccionar o preenchimento de alguns campos, recorrendo a listas, que evitam também que as mesmas atribuições sejam referidas com nomes diferentes. Foram criadas também hiperligações da folha principal para as folhas auxiliares de cálculo das horas de trabalho.

As alterações do *layout* e da forma como são introduzidos os dados tiveram sempre como objetivo facilitar o tratamento e a visualização rápida dos dados.

Foram criadas réplicas destas folhas de dados para todos os meses do ano e colocadas numa pasta de acesso fácil na rede informática, para que os colaboradores tenham um acesso rápido às mesmas.

- **Histórico do movimento ferroviário desde 2010 até 2013**

Realizou-se o histórico da movimentação ferroviária do Porto de Aveiro desde 2010 até fevereiro de 2013, com base na nova folha de ferrovia criada. Este histórico permite obter o total de movimentos efetuados bem como o total de mercadorias transacionadas durante este período. Permite também facilitar a pesquisa, usando filtros nos diversos campos, e uma melhor organização dos dados ao longo do tempo (visão temporal), uma vez que os dados estão ordenados segundo a data de entrada.

- **Verificação dos navios mais frequentes no Porto de Aveiro em 2012**

Foi necessário averiguar quais os navios que mais “visitaram” o Porto de Aveiro durante o ano de 2012. Procedeu-se então a essa pesquisa através da listagem geral de movimentos do ano 2012. Posteriormente disponibilizou-se ainda quais as principais características desses navios e o que transportavam, bem como um gráfico em que mostra o nº de escalas que cada navio fez em cada mês do ano 2012.

- **Fornecer dados ao Gabinete de Estratégia.**

Foi necessário fornecer dados ao Gabinete de Estratégia referentes ao total de carga movimentada no Porto da Figueira da Foz em 2012, distribuído por operador e por tipo de mercadoria. Foi ainda necessário, noutra ocasião, fornecer dados acerca da atividade portuária em geral do Porto de Aveiro referente ao ano 2012.



- **Histórico de quantidades movimentadas por empresa em 2012**

Uma outra tarefa realizada durante o período de estágio foi a execução de uma tabela onde constavam as quantidades totais movimentadas por cada cliente (importador/exportador) no ano de 2012 no Porto de Aveiro.

- **Resumo da estatística do Porto da Figueira da Foz desde 2002 até 2012**

Foi pedido pelo coordenador portuário do Porto da Figueira da Foz que fosse elaborado um quadro resumo com o total de mercadoria movimentada anualmente no Porto da Figueira da Foz desde o ano 2002 até ao ano 2012. Era também necessário especificar a quantidade de mercadoria movimentada por tipo de mercadoria (Carga Geral, Carga Contentorizada, Granel Sólido e Granel Líquido) e ainda por tipo de operação (exportação/importação). Era ainda pedido o nº de nautas que frequentaram o Porto nesses anos. Por fim, foram elaborados diversos gráficos que evidenciassem os dados da tabela (ver anexo VII).

- **Fornecimento de dados acerca do escalonamento de navios**

Passou a pertencer também às tarefas realizadas mensalmente a disponibilização da listagem dos navios que atracam os dois portos (Aveiro e Figueira da Foz) mensalmente, bem como a data de acostagem, a sua arqueação bruta, a nacionalidade, o tipo de carga movimentada e a agência que operou cada um dos navios. Estes dados são disponibilizados mensalmente a uma associação de índole portuária relacionada com os agentes portuários. Em anexo (VIII) está disponível o exemplar para o Porto da Figueira da Foz; para o Porto de Aveiro é feito da mesma forma.

- **Consolidação de um resumo das estatísticas portuárias dos portos nacionais e do Porto de Aveiro**

Foi pedido que a estagiária alterasse um relatório estatístico com as estatísticas portuárias nacionais desde 2004 até 2012, adicionando este último ano ao relatório. Neste relatório são feitas várias análises, como por exemplo: total de mercadorias movimentadas por porto neste período, em gráfico de barras; total de mercadorias movimentadas nos diferentes anos, em linha; percentagem do movimento total de mercadorias por porto, em gráfico circular; movimento total por tipo de mercadoria e por porto, em gráfico de barras; e gráficos de evolução por tipo de mercadoria e tipo de operação, em linhas.

- **Estudo relativo à movimentação de granéis líquidos**

Realizou-se um estudo estatístico relativo à evolução (nos últimos três anos) da quantidade movimentada de granéis líquidos (discriminando o tipo de operação) por cada cliente, quais os tipos de produto que cada cliente transportava e ainda as dimensões e nome dos navios que transportavam cada tipo de produto. Todo este trabalho foi executado em folhas de cálculo do Excel, e foram ainda realizados gráficos para representar essas evoluções.

- **Estudo dos movimentos e caraterísticas dos diversos terminais**

Foi realizada uma tarefa que consistia em informar quais as caraterísticas dos diversos terminais do Porto de Aveiro, no período 2000-2012, bem como as quantidades de mercadorias movimentadas por cada tipo de mercadoria em cada terminal. Todo este estudo foi realizado com recurso às folhas de cálculo do Excel e aos dados gerais de cada ano, onde estão registados todos os movimentos efetuados por navio.

## **3.2. Análise estatística com os dados portuários**

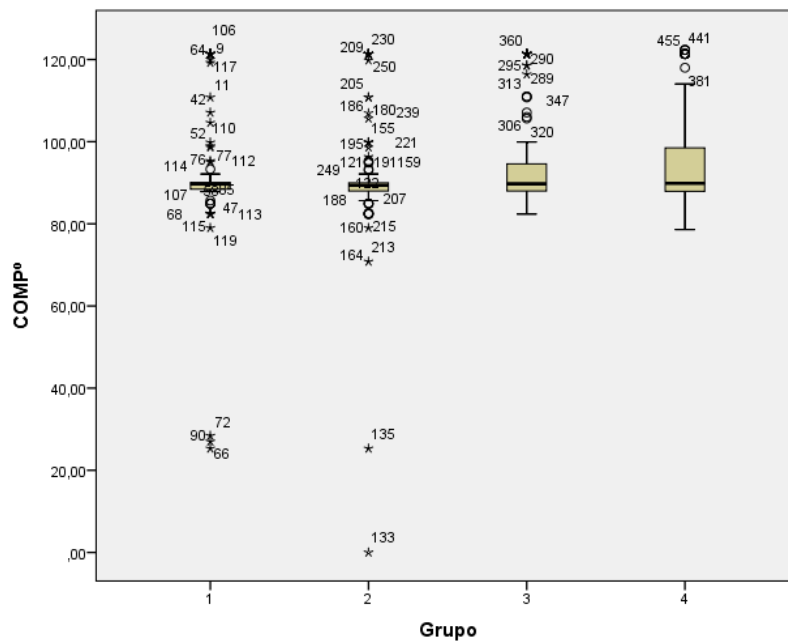
Para além das tarefas desenvolvidas durante o período de estágio na administração portuária, neste relatório é também efetuado um estudo estatístico incidente nos dados do movimento portuário do Porto da Figueira da Foz. Deste estudo consta a sugestão de alteração de alguns indicadores portuários, o ajustamento da distribuição dos dados, testes de comparação do comportamento dos dados entre os diferentes trimestres e ainda um estudo de análise de regressão com vista a verificar de que forma as caraterísticas do porto influenciam o seu desempenho.

Para realizar a análise estatística complementar dos dados do movimento portuário vão ser usados os dados referentes ao movimento do Porto da Figueira da Foz no ano 2012, agrupados por trimestre. As variáveis em estudo serão o nome do navio (Navio), o seu comprimento (Comprimento), a arqueação bruta (Arqueação Bruta) e o total de carga movimentada por navio (Quantidade Movimentada). A escolha dos dados surge da elevada importância que estes têm num ambiente portuário. Estes dados estão representados parcialmente no anexo XII e os histogramas relativos a todas as variáveis nos diferentes trimestres no anexo XIII.

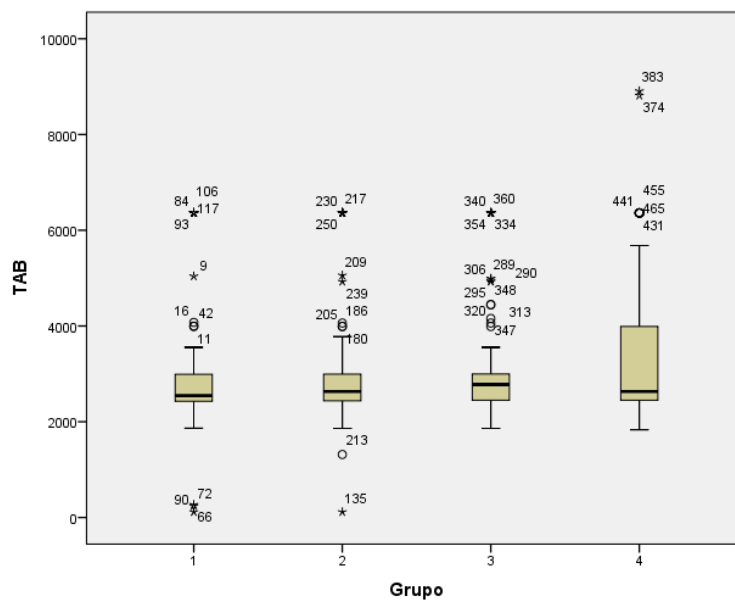
Relativamente aos conjuntos de dados, o primeiro (relativo ao 1º trimestre) tem dimensão 119, o 2º trimestre tem 133 observações, o 3º trimestre 108 observações, e por fim o último trimestre do ano tem dimensão 110.

Para representar graficamente as diferentes variáveis em estudo seguem-se os respetivos *boxplot*, representativos das medidas de localização e de dispersão, da assimetria e das observações atípicas. Este tipo de gráfico permite também efetuar comparações entre diversas amostras.

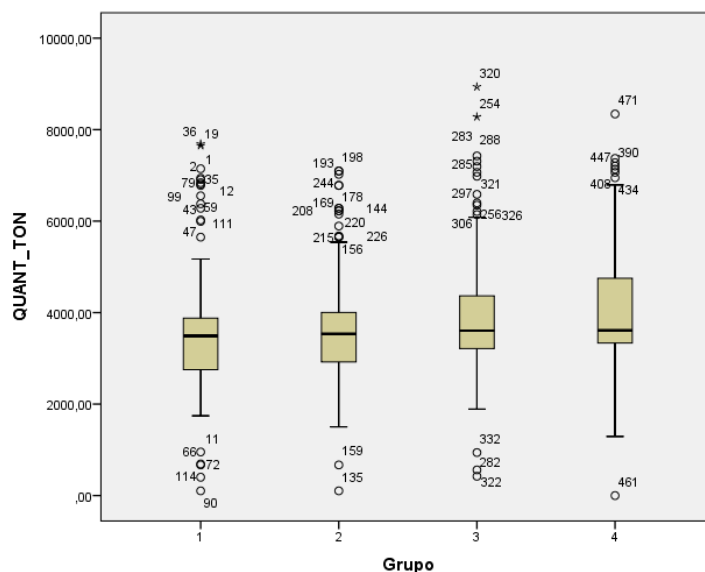
**Figura 30** – *Boxplot* da variável Comprimento nos diferentes trimestres



**Figura 31** – *Boxplot* da variável Arqueação Bruta nos diferentes trimestres



**Figura 32** – *Boxplot* da variável Quantidade Movimentada nos diferentes trimestres



Esta análise é realizada com auxílio do *software* estatístico SPSS.

### 3.2.1 Proposta de novos indicadores

Após o conhecimento e convivência com os dados do movimento portuário, surgem algumas novas ideias acerca dos indicadores de estatística portuária que podem ser adicionados ou alterados, por forma a melhorar a análise estatística e a fornecer informações não antes obtidas.

Atualmente os indicadores estatísticos usados com maior regularidade, e até disponibilizados no portal dos portos são as quantidades de mercadoria movimentada por tipo de mercadoria e por tipo de operação (carga e descarga). Estes indicadores são atualizados mensalmente, podendo assim ser efetuada a comparação das quantidades de mercadoria movimentada com períodos homólogos de anos anteriores. Esta variação é medida em toneladas e também em percentagem. Ainda relativamente aos indicadores, também o número e as características (arqueação bruta e comprimento) dos navios que atracaram o porto mensalmente são estudadas, bem como a variação destes valores com períodos homólogos.

Estes indicadores são medidos a nível nacional, o que permite efetuar a comparação entre diversos portos.

As restantes análises estatísticas efetuadas nesta área baseiam-se nestes mesmos indicadores, como por exemplo, a verificação de qual o tipo de carga mais movimentada num determinado período, averiguar qual o navio mais frequente, qual o cliente mais assíduo, entre outros.

Na estatística analisada atualmente (e também a nível dos portos nacionais), é medida a soma mensal do comprimento dos navios, ou seja, a soma do comprimento de todos os navios que atracaram no porto nesse mesmo mês. Uma vez que esse indicador não parece fornecer nenhuma análise relevante das características dos navios chegados, pois não é possível através da soma ter uma visão da tendência geral das características dos navios que atracam o porto, era mais proveitoso que este indicador fosse substituído pela média dos comprimentos dos navios mensalmente. Este novo indicador mostra de forma mais fidedigna a tendência dos comprimentos dos navios que chegam ao porto, visto que é uma medida de tendência central, como já foi referido anteriormente. Esta análise pode ser complementada com a medição do afastamento dos valores relativamente ao valor médio através do desvio padrão. Este indicador permite medir a dispersão dos dados relativamente à medida central, confirmando ou refutando a centralidade da medida do comprimento dos navios. Estes mesmos indicadores podem também ser aplicados à arqueação bruta dos navios.

Ainda relativamente à medição do comprimento dos navios pode realizar-se um estudo por classes. Agrupar o comprimento em classes de amplitude adequada e investigar qual é a classe modal desse conjunto de dados, ou seja, verificar qual é a classe de comprimentos de navios mais frequente no porto. O primeiro passo neste estudo, que pode ser analogamente efetuado também para a arqueação bruta, é a classificação das variáveis em causa, dividindo o suporte relativo à variável em intervalos para posteriormente se verificar qual é o intervalo ao qual corresponde a frequência mais elevada.

Segue-se um exemplo deste tipo de análise com os dados tratados, realizado no SPSS, no menu *Analisar > Estatísticas descritivas > Frequências*:

**Tabela 1** – Estudo das medidas de localização e dispersão da variável Comprimento

Comprimento dos navios atracados na APFF em 2012			
Período	Média	Desvio Padrão	Classe modal
1º Trimestre	91,80	15,11	[80,100[
2º Trimestre	91,77	14,72	[80,100[
3º Trimestre	94,55	11,78	[80,100[
4º Trimestre	95,21	12,43	[80,100[

**Tabela 2** – Estudo das medidas de localização e dispersão da variável Arqueação Bruta

Arqueação bruta dos navios atracados na APFF em 2012			
Período	Média	Desvio Padrão	Classe modal
1º Trimestre	2955	1300	[2000,3000[
2º Trimestre	2991	1253	[2000,3000[
3º Trimestre	3175	1300	[2000,3000[
4º Trimestre	3300	1463	[2000,3000[

Através do cálculo do valor médio consegue-se perceber qual a tendência central do Comprimento e da Arqueação bruta dos navios que chegaram ao Porto da Figueira da Foz nos diferentes trimestres de 2012. Conclui-se que os navios atracados no Porto durante o ano 2012 eram maioritariamente de comprimento compreendido entre os 80 e 100 metros. Relativamente à arqueação bruta, a classe predominante foi a que representa o intervalo entre as 2000 e 3000 toneladas.

A moda pode também ser aplicada ao nome dos navios para se verificar qual o navio mais frequente num determinado período desde que os dados estejam organizados devidamente, isto é, por cada visita do navio este só pode ser introduzido uma única vez na listagem. Bem como ao tipo de mercadoria movimentada, entre outros, desde que o objetivo seja a verificação da frequência mais elevada da variável.

Aplicando este conceito aos dados verifica-se que o navio que atracou mais vezes o porto em cada trimestre foi:

**Tabela 3** – Moda dos navios atracados

1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre	4º Trimestre
Wec Brueghel	Wec Brueghel	Wec Brueghel	Wec Brueghel

Conclui-se que o navio que atraca mais vezes o Porto da Figueira da Foz coincide em todos os trimestres.

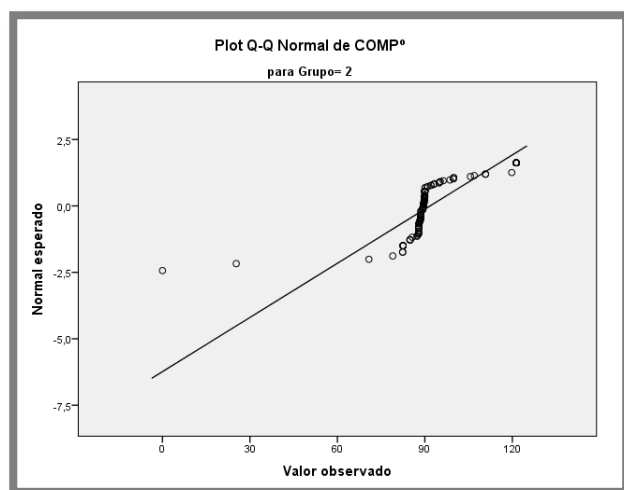
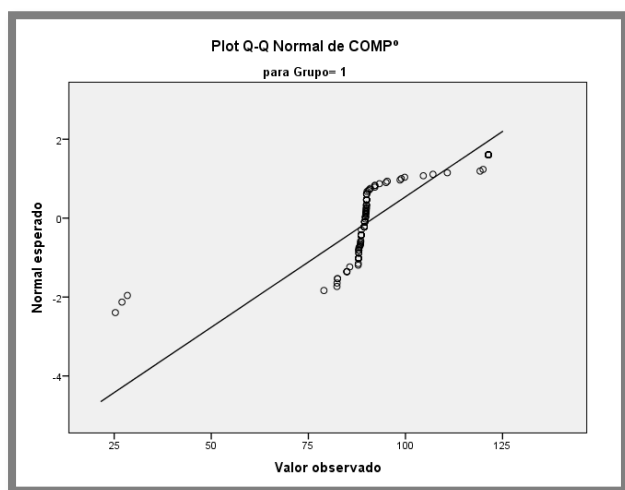
Estes indicadores traduzem uma visão central dos valores tomados pelas diversas variáveis analisadas nos quatro trimestres do ano 2012 no Porto da Figueira da Foz, através do valor médio e do valor modal.

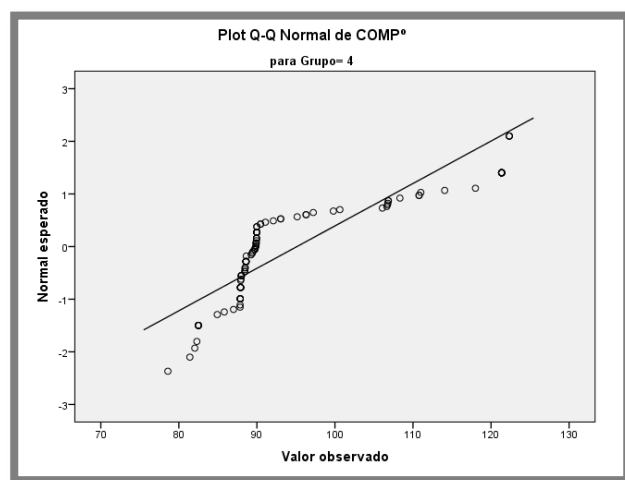
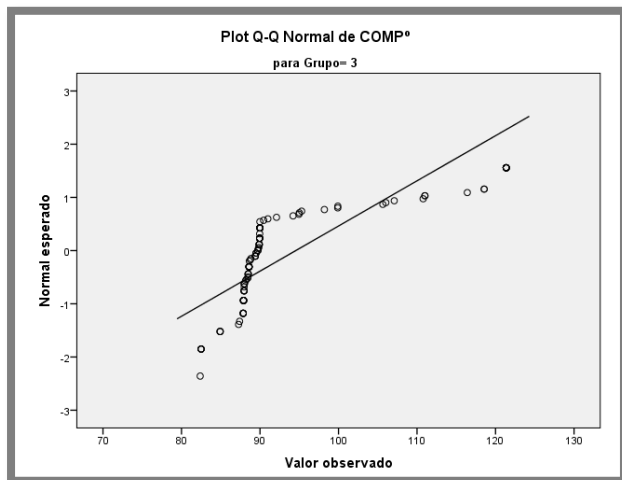
É necessário ter em consideração que o estudo dos indicadores estatísticos portuários é complexo, não existe muita informação acerca deste assunto, e deve ser adaptado à realidade de cada porto.

### 3.2.2. Análise da distribuição das variáveis

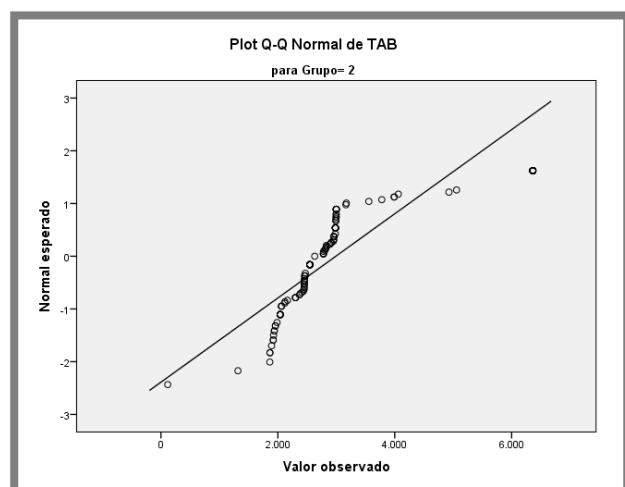
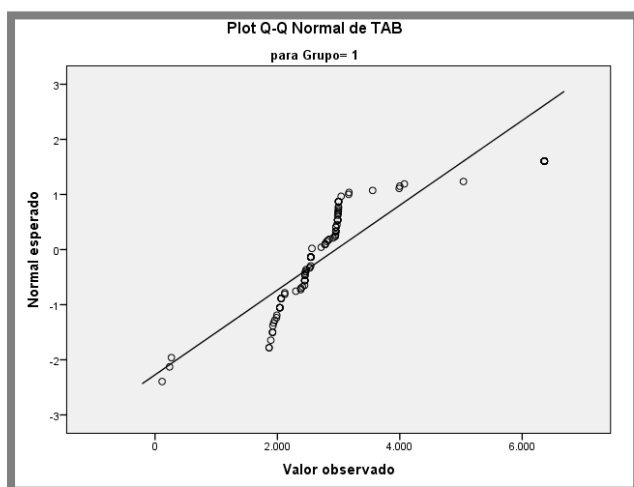
Recorrendo ao *software* estatístico SPSS procede-se ao estudo da distribuição das variáveis em causa, o comprimento do navio (em metros), a arqueação bruta (em toneladas) e a quantidade movimentada (em toneladas). Este estudo realiza-se com recurso aos testes não paramétricos de ajustamento disponíveis em *Analisar > Estatísticas Descritivas > Explorar* que realiza os QQ-plot para ilustrar a proximidade à distribuição Normal e também testes de ajustamento Kolmogorov – Smirnov com correção de Lilliefors e Shapiro-Wilk para as variáveis seleccionadas.

Obtiveram-se os seguintes resultados, começando pelos gráficos de quantis referentes ao ajustamento da variável Comprimento à distribuição Normal para cada um dos trimestres (representado pelo Grupo):

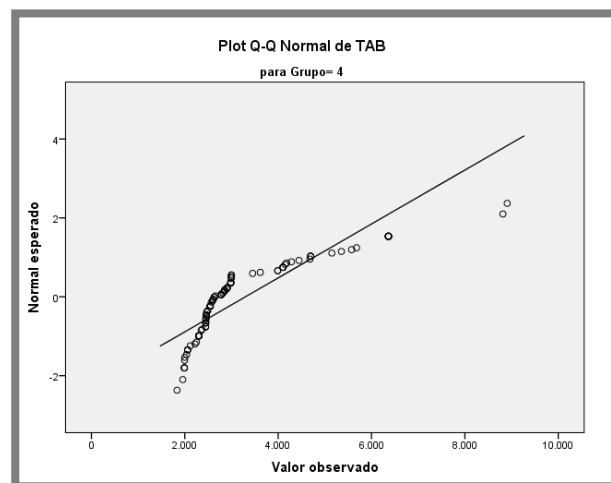
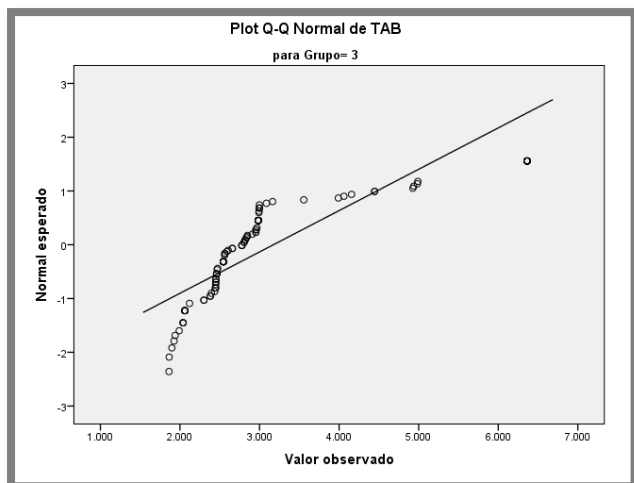




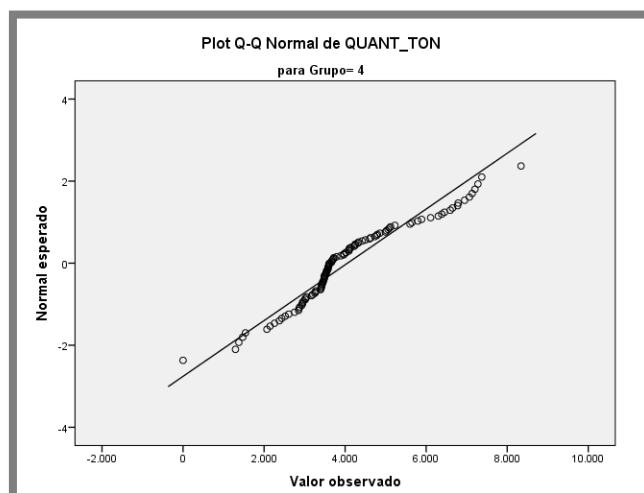
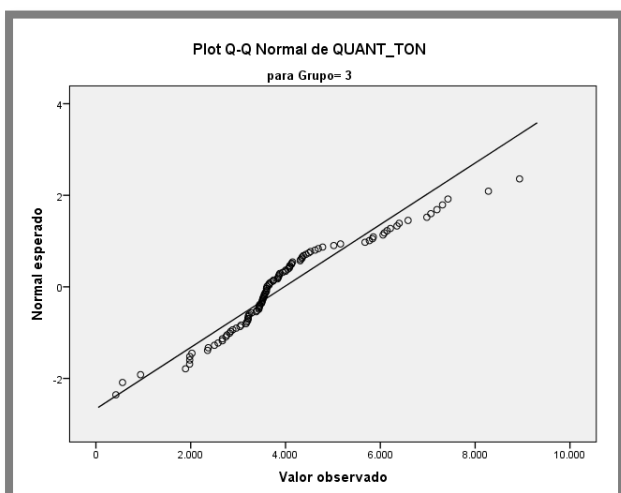
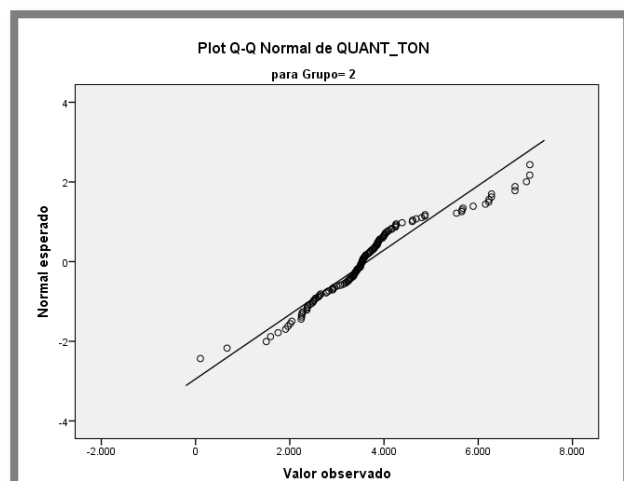
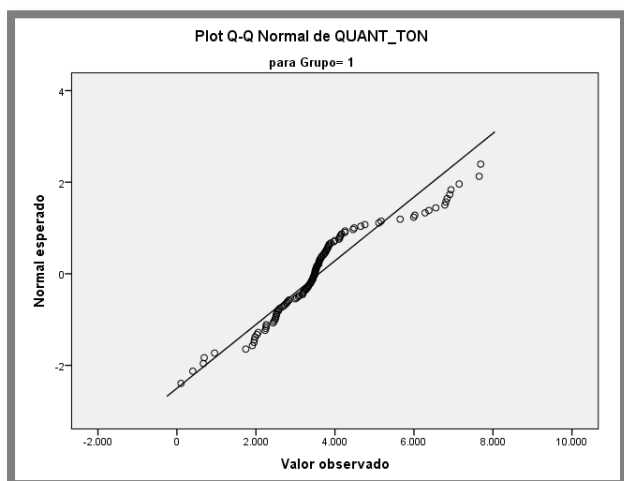
De seguida os gráficos de quantis para a variável Arqueação Bruta:







E por fim os gráficos de quantis para testar o ajustamento da variável Quantidade Movimentada à distribuição Normal:



**Figura 33** - Resultados dos testes de ajustamento à distribuição Normal

Tests of Normality							
Grupo		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadística	df	Sig.	Estadística	df	Sig.
COMP <sup>a</sup>	1	,303	119	,000	,639	119	,000
	2	,308	133	,000	,626	133	,000
	3	,364	108	,000	,678	108	,000
	4	,322	111	,000	,754	111	,000
TAB	1	,318	119	,000	,740	119	,000
	2	,332	133	,000	,721	133	,000
	3	,332	108	,000	,722	108	,000
	4	,302	111	,000	,759	111	,000
QUANT_TON	1	,175	119	,000	,912	119	,000
	2	,146	133	,000	,931	133	,000
	3	,166	108	,000	,920	108	,000
	4	,150	111	,000	,940	111	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Através dos gráficos de quantis verifica-se que as variáveis Comprimento e Arqueação Bruta não se ajustam à distribuição Normal, no entanto a variável Quantidade Movimentada suscita algumas dúvidas. Assim, e por forma a complementar a análise gráfica, realiza-se o teste de ajustamento à distribuição Normal. Como cada amostra tem um número elevado de observações deve ser seguido o teste de Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors. O teste de ajustamento fornece valores de *p-value* aproximadamente nulos o que indica que há motivos para rejeitar a hipótese nula de normalidade das observações. Assim, devem ser abordadas sempre as versões não-paramétricas dos testes estatísticos.

Por forma a tentar ajustar os dados a outra distribuição conhecida usam-se os gráficos de quantis. O objetivo destes gráficos é verificar se os quantis obtidos através dos dados são ou não aproximados dos quantis da distribuição em estudo. Este teste está também disponível no SPSS em *Analisar > Estatísticas descritivas > Diagramas Q-Q*.

Após realizar os gráficos de quantis para as três variáveis nos quatro trimestres, verifica-se que os dados não aparentam ter uma distribuição conhecida. Em anexo (XIV) estão representados os QQ-plot obtidos para o ajuste à distribuição Gama da variável Quantidade Movimentada nos quatro trimestres, apenas para ilustrar que as observações não se ajustam a esta distribuição, bem como às restantes distribuições conhecidas testadas.

### 3.2.3. Comparação do comportamento das variáveis entre trimestres

Com o objetivo de verificar se a tendência dos dados nos quatro períodos (1º, 2º, 3º e 4º trimestre) não é significativamente diferente recorre-se primeiramente ao teste **Kruskal-Wallis** para aferir acerca da igualdade da distribuição das variáveis nos quatro trimestres diferentes, ou seja, verificar se as amostras relativas aos quatro trimestres provêm de populações idênticas. Depois de se estudar o ajustamento da distribuição dos dados no tópico anterior, tendo-se concluído que os dados não seguem a distribuição Normal, é necessário recorrer ao teste não paramétrico.

Para realizar este teste no SPSS utiliza-se o menu *Analisar > Testes não paramétricos > Amostras Independentes > Compara automaticamente distribuições entre grupos*.

**Figura 34** – Resultados do teste de igualdade da distribuição entre os diferentes trimestres (representados pelo Grupo) de cada variável

Resumo de Teste de Hipótese				
	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A distribuição de COMPº é a mesma entre as categorias de Grupo.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,766	Reter a hipótese nula.
2	A distribuição de TAB é a mesma entre as categorias de Grupo.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,405	Reter a hipótese nula.
3	A distribuição de QUANT_TON é a mesma entre as categorias de Grupo.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	,012	Rejeitar a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

De acordo com os resultados do teste de Kruskal-Wallis conclui-se não existirem razões para não admitir que as variáveis Comprimento e Arqueação Bruta possam ter a mesma distribuição nos quatro trimestres, isto é, a amostra relativa à variável Comprimento provém de populações pelo menos idênticas nos quatro trimestres em estudo, e o mesmo acontece com a variável Arqueação Bruta. Relativamente à variável Quantidade Movimentada, há motivos para rejeitar a igualdade da

distribuição nos diferentes trimestres, ou seja, existe pelo menos um par de populações em estudo com distribuições diferentes.

Assim, usa-se o teste **Wilcoxon-Mann-Whitney** para averiguar, relativamente à variável Quantidade Movimentada, quais são os trimestres onde existem diferenças significativas das distribuições das populações. Para isso é necessário utilizar as medianas das variáveis nos diferentes trimestres. Estas podem ser calculadas através do SPSS, em *Analisar > Estatísticas Descritivas > Explorar*:

**Tabela 4** – Mediana da variável Quantidade Movimentada por trimestre

Quantidade Movimentada - Mediana	
1º Trimestre	3490
2º Trimestre	3534
3º Trimestre	3604
4º Trimestre	3612

Recorre-se ao Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney para a comparação de medianas entre dois grupos. Neste caso é necessário utilizar o teste não paramétrico pois os pressupostos para o uso de testes paramétricos (Teste t-Student para comparação de médias) não são válidos, ou seja, falha a normalidade da distribuição dos dados.

Com o auxílio do software estatístico SPSS, no menu *Analisar > Testes não paramétricos > 2 amostras independentes*, escolhendo a variável em estudo: Quantidade movimentada e Grupo que representa o número do trimestre, efetua-se o teste *U de Mann-Whitney*. Realizou-se a comparação das medianas das variáveis no 1º trimestre com o 2º, 3º e 4º; a comparação das medianas das variáveis do 2º trimestre com o 3º e 4º; e por último a comparação do 3º com o 4º trimestres. Foram obtidos os seguintes resultados:

**Figura 35** - Resultado do teste de comparação do 1º e 2º trimestres

# Mann-Whitney Test

Classificações				
	Grupo	N	Mean Rank	Sum of Ranks
QUANT_TON	1	119	122,84	14617,50
	2	133	129,78	17260,50
	Total	252		

Test Statistics <sup>a</sup>	
	QUANT_TON
Mann-Whitney U	7477,500
Wilcoxon W	14617,500
Z	-,755
Sig. Assint. (2 caudas)	,450

a. Variável de agrupamento:  
Grupo

**Figura 36** - Resultado do teste de comparação do 1º e 3º trimestres

# Mann-Whitney Test

## Classificações

	Grupo	N	Mean Rank	Sum of Ranks
QUANT_TON	1	119	104,19	12399,00
	3	108	124,81	13479,00
	Total	227		

## Test Statistics<sup>a</sup>

	QUANT_TON
Mann-Whitney U	5259,000
Wilcoxon W	12399,000
Z	-2,362
Sig. Assint. (2 caudas)	,018

a. Variável de agrupamento:  
Grupo

**Figura 37** – Resultado do teste de comparação do 1º e 4º trimestres

# Mann-Whitney Test

## Classificações

	Grupo	N	Mean Rank	Sum of Ranks
QUANT_TON	1	119	104,02	12378,50
	4	111	127,81	14186,50
	Total	230		

## Test Statistics<sup>a</sup>

	QUANT_TON
Mann-Whitney U	5238,500
Wilcoxon W	12378,500
Z	-2,709
Sig. Assint. (2 caudas)	,007

a. Variável de agrupamento:  
Grupo

Realizando o teste com um nível de significância  $\alpha = 5\%$ , verifica-se que na primeira comparação (1º e 2º trimestre) não há motivos para rejeitar a hipótese nula de igualdade de medianas, pois o p-value é superior a 0,05. Relativamente à comparação do 1º com o 3º trimestre, há motivos para rejeitar a hipótese nula de igualdade de medianas, bem como na comparação do 1º com o 4º trimestre.

Passa-se agora à comparação do 2º trimestre com os restantes:

**Figura 38** – Resultado do teste de comparação do 2º e 3º trimestres

Mann-Whitney Test				
Classificações				
	Grupo	N	Mean Rank	Sum of Ranks
QUANT_TON	2	133	113,76	15130,50
	3	108	129,91	14030,50
	Total	241		

Test Statistics <sup>a</sup>	
	QUANT_TON
Mann-Whitney U	6219,500
Wilcoxon W	15130,500
Z	-1,788
Sig. Assint. (2 caudas)	,074

a. Variável de agrupamento:  
Grupo

**Figura 39** – Resultado do teste de comparação do 2º e 4º trimestres

Mann-Whitney Test				
Classificações				
	Grupo	N	Mean Rank	Sum of Ranks
QUANT_TON	2	133	113,17	15052,00
	4	111	133,68	14838,00
	Total	244		

Test Statistics <sup>a</sup>	
	QUANT_TON
Mann-Whitney U	6141,000
Wilcoxon W	15052,000
Z	-2,260
Sig. Assint. (2 caudas)	,024

a. Variável de agrupamento:  
Grupo

Através das comparações efetuadas com o 2º trimestre, a um nível de significância de 5%, conclui-se que não há motivos para rejeitar a hipótese nula de igualdade de medianas comparadas no 2º e 3º trimestre, enquanto que na comparação do 2º com o 4º trimestres há motivos para rejeitar a igualdade de medianas da variável Quantidade movimentada, pois o valor do *p-value* é inferior ao nível de significância.

Por fim, surge a comparação do 3º com o 4º trimestre:

**Figura 40** – Resultado do teste de comparação do 3º e 4º trimestres

Mann-Whitney Test				
Classificações				
	Grupo	N	Mean Rank	Sum of Ranks
QUANT_TON	3	108	108,02	11666,00
	4	111	111,93	12424,00
	Total	219		

Test Statistics <sup>a</sup>	
	QUANT_TON
Mann-Whitney U	5780,000
Wilcoxon W	11666,000
Z	-,456
Sig. Assint. (2 caudas)	,648

a. Variável de agrupamento:  
Grupo

Na comparação do 3º com o 4º trimestre não há motivos para rejeitar a hipótese nula de igualdade de medianas, uma vez que o *p-value* é elevado (superior ao nível de significância 5%).

De acordo com as comparações efetuadas pode dizer-se que a variável relativa à quantidade movimentada é significativamente diferente em períodos afastados, ou seja, em períodos consecutivos não há diferença significativa do comportamento desta variável.

Com o teste realizado anteriormente, Kruskal-Wallis, não há motivos para rejeitar a igualdade do comportamento das variáveis referentes às características dos navios (Comprimento e Arqueação Bruta) entre qualquer par de trimestres.

### 3.2.4. Regressão

*“Medir e maximizar o desempenho dos portos é hoje fundamental para garantir o cumprimento do seu papel na cadeia logística”*  
(Caldeirinha, 2010)

Com o objetivo de verificar se existem ou não fatores que influenciam o desempenho (medido através da quantidade movimentada), em que sentido essa influência ocorre, e com que dimensão, realiza-se uma análise de regressão.

Este estudo vai basear-se nos dados e características do Porto da Figueira da Foz, no período 2002 até 2012, medidos anualmente. A variável dependente / resposta é neste caso a quantidade de mercadoria movimentada, em toneladas, e as variáveis independentes / explicativas são as seguintes:

- Entidade governadora – Uma vez que a administração do Porto da Figueira da Foz sofreu uma alteração no ano 2008 (pertencente ao período em estudo) aquando da passagem da administração do porto pelo IPTM para a administração pela APA, S.A., vai estudar-se se essa alteração é ou não um fator importante para a variação da quantidade de mercadoria movimentada. Neste estudo esta variável denomina-se GOV, variável binária que toma o valor 0 se o Porto é administrado pelo IPTM e 1 se o Porto é administrado pela APA, S.A.;
- Dimensão do porto – Para verificar que importância relativa tem a dimensão do porto no seu desempenho é usada a variável que soma o comprimento dos cais operacionais no Porto da Figueira da Foz. Esta variável denomina-se DIM e é uma variável contínua medida em metros;
- Indicador económico – É viável também relacionar a quantidade movimentada pelo porto com a economia em que se insere, para tal, a medida que se usa é o PIB/capita, que neste estudo se vai designar PIB;
- Infraestruturas portuárias – Este fator é medido através da média da classificação das gruas existentes nos diversos cais (variável GRUAS). Esta classificação é obtida pela soma da pontuação de cada grua a nível de fiabilidade (baixa: 1 e elevada: 2)



com o nível de generalização<sup>6</sup> da grua (baixa: 1 e elevada: 2). A nível de infraestruturas é ainda estudado o grau de investimento nesta área (variável INVEST), medido segundo a seguinte escala: 1-baixo, 2-médio e 3-elevado;

- Acessibilidades – A acessibilidade ao porto será medida através da acessibilidade marítima pelo calado máximo, em metros, de entrada em porto (variável CALADO), da dimensão média dos navios (variável DIMNAV), em toneladas, e ainda da acessibilidade terrestre pela existência ou não de acesso ferroviário, através de uma variável binária (variável FERROVIA) que toma valor 0 se não existe, ou valor 1 se existe;
- Especialização do porto – A especialização de um porto determina algumas das suas características. Este fator é medido através da taxa de unitização (rácio entre quantidade de carga geral movimentada e quantidade total movimentada), designada por UNIT, e ainda pela taxa de contentorização (rácio entre a quantidade de carga movimentada em contentores e a quantidade total de carga geral movimentada), denominada neste estudo por CONT.

No entanto, algumas destas características portuárias que podem ser relacionadas com o desempenho no caso geral, neste caso específico não vão produzir resultados pois permanecem inalteráveis ao longo do período em estudo (amostra), ou seja, não originam variação. Como é o caso da existência (ou não) de acesso ferroviário, que no período em estudo tem sempre valor 1 e do calado máximo permitido que permanece inalterável nos 6,5 metros.

Iniciando o estudo de regressão pelo método de introdução de todas as variáveis, no SPSS menu *Analisar > Regressão > Linear* foram obtidos os seguintes resultados:

---

<sup>6</sup> Generalização – tomado no sentido contrário de especialização em movimentação de um determinado tipo de mercadoria

**Figura 41** – Resultados obtidos pelo SPSS no estudo da regressão linear com todas as variáveis

**Variáveis Inseridas/Removidas<sup>a</sup>**

Modelo	Variáveis inseridas	Variáveis removidas	Método
1	CONT, GOV, DIMNAV, DIM, PIB, UNIT, INVEST <sup>b</sup>	.	Inserir

a. Variável dependente: QUANT\_TON

b. Tolerância = ,000 limites atingidos.

**Resumo do modelo<sup>b</sup>**

Modelo	R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da estimativa
1	,996 <sup>a</sup>	,992	,974	55690,731

a. Previsores: (Constante), CONT, GOV, DIMNAV, DIM, PIB, UNIT, INVEST

b. Variável dependente: QUANT\_TON

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo		Soma dos Quadrados	df	Média dos Quadrados	F	Sig.
1	Regressão	1,186E+12	7	1,695E+11	54,652	,004 <sup>b</sup>
	Residual	9304372495	3	3101457498		
	Total	1,196E+12	10			

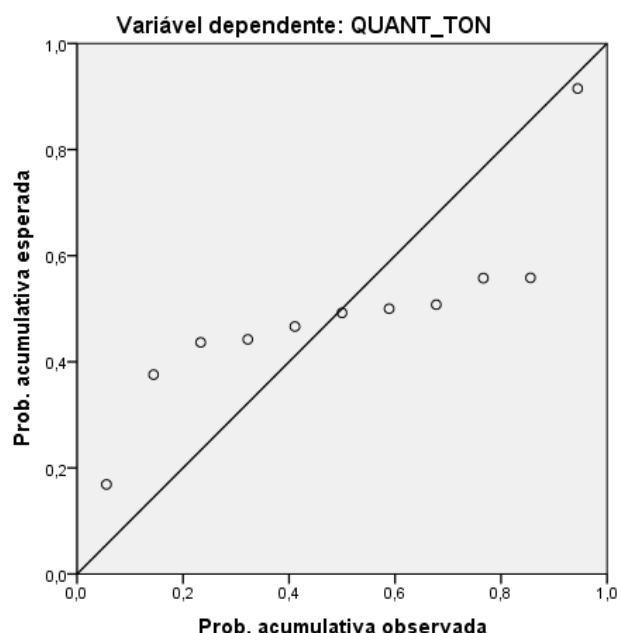
a. Variável dependente: QUANT\_TON

b. Previsores: (Constante), CONT, GOV, DIMNAV, DIM, PIB, UNIT, INVEST

Coeficientes <sup>a</sup>								
Modelo		Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.	Estatísticas de colinearidade	
		B	Erro padrão	Beta			Tolerância	VIF
1	(Constante)	-1656809,276	881766,192		-1,879	,157		
	GOV	146202,764	190393,658	,221	,768	,498	,031	31,876
	DIM	1624,517	395,341	,527	4,109	,026	,158	6,333
	PIB	116,545	47,369	,337	2,460	,091	,139	7,212
	INVEST	-92028,516	83594,599	-,241	-1,101	,351	,054	18,435
	DIMNAV	119,948	46,217	,265	2,595	,081	,248	4,033
	UNIT	-6052,949	5779,493	-,162	-1,047	,372	,108	9,240
	CONT	447,567	5344,571	,013	,084	,939	,109	9,162

a. Variável dependente: QUANT\_TON

Plot P-P normal de regressão Residual padronizado



Analizando os resultados obtidos, o coeficiente de determinação neste caso é bastante próximo de um ( $R^2$  ajustado = 0,974) o que significa que a relação entre a variável dependente e os regressores é muito próxima da linear. Através do p-value obtido pela análise de variância (ANOVA), há motivos para rejeitar a hipótese nula de que todos os coeficientes estimados são nulos, ao nível de significância 5%, o que significa que faz sentido considerar uma relação linear entre as variáveis com coeficientes não nulos. Na quarta tabela, onde constam os coeficientes obtidos para as variáveis independentes na equação de regressão, pelo estudo da colinearidade, existem valores elevados de VIF (para a variável GOV e INVEST),

ou seja, há variáveis que revelam colinearidade, o que se pode traduzir em resultados errados de ajustamento do modelo. Note-se que o investimento efetuado é relativo aos aumentos dos cais comerciais, ou seja, é natural que a variável INVEST seja colinear com a variável DIM. E ainda, pelo teste de significância de cada um dos coeficientes, apenas o coeficiente da variável DIM é significativamente diferente de zero, no teste realizado a 5%. Por último, os resíduos, como se pode ver no gráfico não aparentam normalidade.

Através desta análise verifica-se que o estudo regressivo não está a obter resultados apropriados, o modelo não está bem ajustado, o que leva à realização de um novo estudo para combater o diagnóstico positivo de colinearidade e a falta de significância dos coeficientes na população, desta vez escolhendo um método de seleção diferente.

Usando o método de seleção de variáveis (regressores) **Stepwise**, que combina os métodos Forward e Backward sendo o mais completo dos três métodos, uma vez que introduz as variáveis uma a uma tendo em conta a sua contribuição para o modelo ajustado a cada passo, foram obtidos os seguintes resultados:

**Figura 42** – Resultados obtidos pelo SPSS do estudo de regressão com seleção de variáveis pelo método Stepwise

Variáveis Inseridas/Removidas <sup>a</sup>			
Modelo	Variáveis inseridas	Variáveis removidas	Método
1	GRUAS	.	Em etapas (Critérios: Probabilidade de F a ser inserido $\leq$ , 050, Probabilidade de F a ser removido $\geq$ , 100).
2	CONT	.	Em etapas (Critérios: Probabilidade de F a ser inserido $\leq$ , 050, Probabilidade de F a ser removido $\geq$ , 100).

a. Variável dependente: QUANT\_TON

**Resumo do modelo<sup>c</sup>**

Modelo	R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da estimativa
1	,892 <sup>a</sup>	,795	,772	165048,366
2	,970 <sup>b</sup>	,942	,927	93232,618

a. Previsores: (Constante), GRUAS

b. Previsores: (Constante), GRUAS, CONT

c. Variável dependente: QUANT\_TON

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo		Soma dos Quadrados	df	Média dos Quadrados	F	Sig.
1	Regressão	9,506E+11	1	9,506E+11	34,897	,000 <sup>b</sup>
	Residual	2,452E+11	9	27240963102		
	Total	1,196E+12	10			
2	Regressão	1,126E+12	2	5,631E+11	64,785	,000 <sup>c</sup>
	Residual	69538568384	8	8692321048		
	Total	1,196E+12	10			

a. Variável dependente: QUANT\_TON

b. Previsores: (Constante), GRUAS

c. Previsores: (Constante), GRUAS, CONT

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.	Estatísticas de colinearidade	
		B	Erro padrão	Beta			Tolerância	VIF
1	(Constante)	-2395490,263	609822,340		-3,928	,003		
	GRUAS	1100135,818	186230,453	,892	5,907	,000	1,000	1,000
2	(Constante)	-3160502,744	384225,570		-8,226	,000		
	GRUAS	1243720,907	109940,790	1,008	11,313	,000	,916	1,092
	CONT	13885,999	3089,197	,401	4,495	,002	,916	1,092

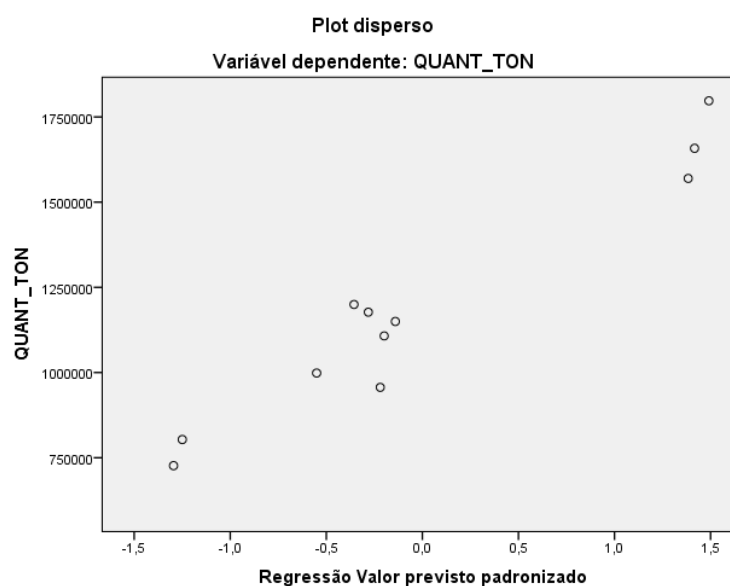
a. Variável dependente: QUANT\_TON

Utilizando este método de seleção de variáveis conclui-se que as variáveis independentes que contribuem significativamente para a variação da quantidade de mercadoria movimentada são a variável GRUAS, que representa a classificação média obtida pelas guias a nível de fiabilidade e generalização, e a variável CONT que representa a taxa de contentorização do porto, ou seja, o rácio entre a quantidade de mercadoria contentorizada e a quantidade de carga geral movimentada.

O valor do coeficiente de determinação é elevado,  $R^2 \text{ ajustado} = 0,927$ , o que permite considerar este modelo de ajustamento válido para a regressão linear múltipla.

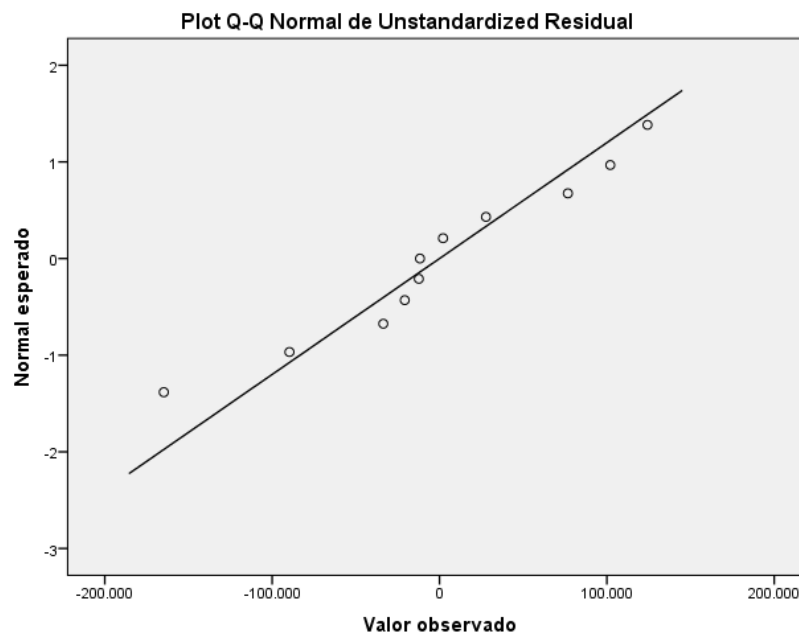
Relativamente aos valores da soma dos quadrados dos erros, o valor da SQR (1,126E+11) é superior ao valor da SQE (69538568384), o que significa que uma parte significativa da variabilidade das observações é explicada pelo modelo de regressão. Esta conclusão pode ser sustentada pelo fato do *p-value* obtido na tabela ANOVA ser nulo, ou seja, há motivos para rejeitar que todos os coeficientes das variáveis independentes são nulos. Mais pormenorizadamente, de acordo com o teste de significância de cada coeficiente, o *p-value* do teste é bastante reduzido para os três coeficientes, o que significa que os valores obtidos para os coeficientes são significativos na população de onde foi retirada a amostra em estudo, ou ainda, que cada coeficiente é significativamente diferente de zero. O modelo de regressão está bem ajustado, faz sentido relacionar as variáveis através da relação linear.

**Figura 43** – Gráfico dos valores observados vs valores preditos



Neste gráfico também se verifica que os valores observados estão próximos dos valores preditos para a variável dependente em estudo, uma vez que os pontos se dispersam em torno da reta  $y = x$ , o que indica que o modelo de regressão tem significado.

**Figura 44** – QQ-plot e teste de Normalidade dos resíduos



**Tests of Normality**

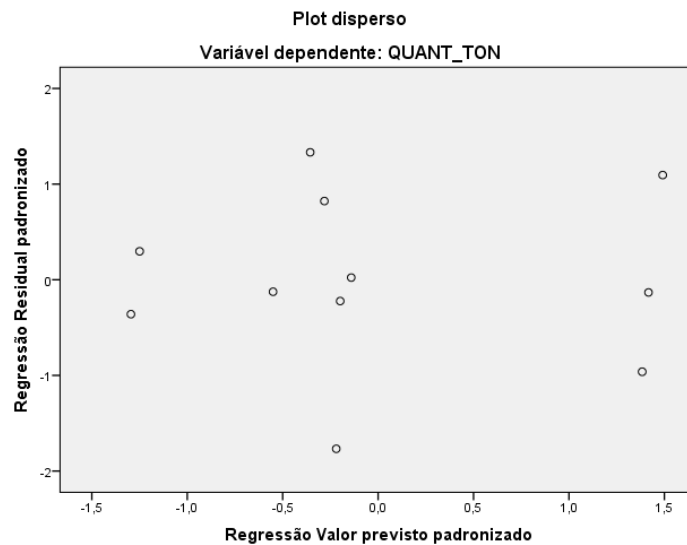
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
Unstandardized Residual	,162	11	,200*	,959	11	,763

\*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Lilliefors Significance Correction

Relativamente à análise de resíduos, o primeiro gráfico acima ilustrado sugere que estes têm uma distribuição aproximadamente Normal (os valores aproximam-se da bissetriz dos quadrantes ímpares no QQ-Plot efetuado), o que pode ser provado através do resultado do teste Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors. O *p-value* do teste é elevado, ou seja, não há motivos para rejeitar a hipótese nula de distribuição Normal dos resíduos.

**Figura 45** – Gráfico de resíduos vs valores preditos



Por fim, não se põe em causa a independência e igualdade de variâncias dos resíduos, uma vez que se verifica pelo último gráfico que os valores se distribuem em torno da reta  $y = 0$  aleatoriamente.

Depois de verificados os pressupostos do modelo de regressão linear, este pode ser escrito da seguinte forma:

$$\hat{y}_j = E(Y_j|X_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{1j} + \dots + \beta_p x_{pj} \Leftrightarrow$$

$$QUANT = -3160502,7 + 1243720,9 GRUAS + 13885,9 CONT$$

Verifica-se então que a variável que tem maior influência na quantidade de mercadoria movimentada no Porto da Figueira da Foz, no estudo realizado para uma década, é a variável que caracteriza as gruas operacionais nesse mesmo porto. O que faz sentido, uma vez que as mercadorias são movimentadas através desses equipamentos, logo o seu bom/mau funcionamento condiciona positivamente/negativamente a quantidade movimentada. Assim, é importante ter em conta que o bom funcionamento destes equipamentos seja preservado.

De seguida, a taxa de contentorização também tem um papel importante na variação da quantidade de mercadoria movimentada. Contextualizando, a movimentação de mercadorias através de contentores tem tido uma forte afluência no Porto da Figueira da Foz,



principalmente pela movimentação de pasta de papel das empresas de celulose, a par com a movimentação de carga geral, em especial de produtos de madeira para o mesmo ramo. Assim, é benéfico preservar e captar clientes cujo interesse seja movimentar este tipo de mercadoria, concedendo-lhes condições adequadas para este tipo de movimentação, para assim aumentar a taxa de contentorização, uma vez que, pelas conclusões obtidas, a variação deste indicador tem uma forte influência na variação da quantidade de mercadoria movimentada.

Refiro ainda que, apesar de não pertencer a este último modelo ajustado, a variável GOV que mostra se o porto é administrado pelo IPTM ou pela APA também tem influência na variação da quantidade de mercadoria movimentada. Aquando da passagem da administração do porto para a APA, S.A. a quantidade de mercadorias tende a aumentar. Esta variável pode não estar a ser referida no modelo porque é provável a existência de colinearidade com uma das outras variáveis, pois a mudança da administração promoveu determinadas mudanças a nível destas características portuárias, como por exemplo o aumento da fiabilidade das gruas, o investimento e a dimensão, e assim o modelo passaria a ser redundante.

Por fim, é de salientar, que este tipo de estudo deve ser feito com tamanhos de amostras superiores ao tamanho da usada. Os resultados obtidos poderiam ser mais precisos e de maior confiança se a amostra em estudo tivesse uma dimensão superior, ou seja, a amostra deveria ter um número maior de observações para cada variável para que o seu resultado tivesse uma maior precisão.



## Conclusão

Por último, resumem-se algumas considerações finais acerca do estágio e da sua importância a nível académico e também pessoal.

A organização de acolhimento – APA, S.A.- ajudou bastante no bom desenvolvimento do estágio curricular da aluna, uma vez que facultou todas as ferramentas necessárias para a boa integração e um enquadramento adequado das tarefas na formação académica obtida até então, elucidando a estagiária para a realidade de um futuro emprego.

O estágio foi sem dúvida uma mais-valia para a estagiária, uma vez que permitiu um enquadramento, não antes experimentado, num ambiente organizacional e uma noção mais próxima do “mundo de trabalho”. A vertente social também saiu privilegiada devido à relação estabelecida com os diversos colaboradores da empresa, sempre aptos para auxiliar no que fosse necessário e a integrar a estagiária no ambiente da organização. Facultou ainda a aplicação de alguns conhecimentos obtidos durante o percurso académico, o que é bastante gratificante a nível de satisfação pessoal. Foi também muito enriquecedora a possibilidade de conhecimento de uma realidade diferente, a atividade portuária e toda a sua envolvente, que era até então totalmente desconhecida.

Relativamente às tarefas efetuadas durante o período de estágio, permitiram o desenvolvimento das técnicas de estatística portuária no Porto de Aveiro e no Porto da Figueira da Foz, através da aplicação de novas ideias e ferramentas, e ainda o auxílio prestado na realização das tarefas já existentes nesta área. As tarefas principais centraram-se na atualização e obtenção dos dados estatísticos normalmente usados na área portuária, como por exemplo as quantidades de mercadoria movimentada, o número e características dos navios que atracam os portos, o tipo de mercadoria e de operação dos diversos movimentos e ainda a consolidação de informações acerca dos clientes que usam os portos. Com o decorrer do tempo a estagiária obteve autonomia na realização de diversas tarefas periódicas e na resposta aos pedidos dos diversos setores de atividade portuária. A nível académico, proporcionaram o desenvolvimento de competências distintas, algumas nunca antes exploradas, aumentando o grau de conhecimento acerca das mesmas e consolidando as já conhecidas durante o percurso académico. O estudo complementar efetuado pela estagiária mostra algumas bases teóricas do que podemos intuir acerca dos indicadores estatísticos portuários e da sua evolução, bem como o conhecimento de novas ferramentas estatísticas que podem vir a ser úteis no futuro da organização a nível de estudos estatísticos. Este estudo focou-se na técnica de regressão com o objetivo de perceber de que forma as características do Porto da Figueira da Foz influenciam o seu desempenho a nível de quantidade de mercadoria

movimentada, resultando como fatores mais influentes o estado das gruas e a taxa de contentorização.

Verificou-se que a estatística tem uma grande dimensão no setor portuário. É através da estatística portuária que se conseguem “avaliar” os movimentos efetuados no porto – indicador de desempenho - bem como compreender o estado e a evolução das transações portuárias. Os indicadores estatísticos permitem ainda estudar possíveis melhorias, consoante os resultados obtidos, a implementar na atividade portuária. Estes indicadores devem sempre ser ajustados às realidades e necessidades de cada porto, no entanto, devem existir também indicadores gerais que permitam comparar o desempenho dos diversos portos, aumentando o grau de competitividade.

Por fim, através deste estágio compreendeu-se que este setor – atividade portuária – é composto por termos e tarefas bastante específicas e que podem ainda ser exploradas. Esta área, pouco conhecida pela população que não tem oportunidade de lidar mais proximamente com esta realidade, é no entanto bastante interessante, cativante e importante no desenvolvimento do meio que a rodeia.

# Bibliografia e Webgrafia

- Almeida, F. A., & Leitores, C. de. (1995). *Roteiros de Portugal*. (C. de Leitores, Ed.).
- Amorim, I., & APA. (2008). *Porto de Aveiro: Entre a Terra e o Mar*. (Administração do Porto de Aveiro, Ed)
- APA. (2006). *Plano Estratégico do Porto de Aveiro*. (Administração do Porto de Aveiro, Ed.). Aveiro.
- APA. (2013a). *Manual de Acolhimento*. (Administração do Porto de Aveiro, Ed.). Aveiro.
- APA. (2013b). *Navegar 2013*. (Administração do Porto de Aveiro, Ed.). Aveiro.
- Aveiro, C. M. (2004). *Aveiro Cidade de água, sal, argila e luz*. Aveiro.
- Caldeirinha, V. M. dos R. (2010). *Influência dos factores de caracterização dos portos no desempenho*. Tese de Mestrado. Instituto Superior de Economia e Gestão. Lisboa.
- Digest, S. do R. (1982). *À Descoberta de Portugal*. (Seleções do Reader's Digest, Ed.). Lisboa.
- Guimarães, R. C., & Cabral, J. S. (1997). *Estatística*. (Mc Graw Hill, Ed.).
- Hall, A., Neves, C., & Pereira, A. (2007). *Grande Maratona de Estatística no SPSS*. (Escolar Editora, Ed.).
- IMT. (2013). Obtido de <http://www.imarpor.pt/>. Visitado em Junho 2013.
- Maroco, J. (2010). *Análise Estatística com utilização do SPSS*. (Sílabo, Ed.) (3ª Edição.).
- Moreira, A., Macedo, P., Costa, M., & Moutinho, V. (2011). *Exercícios de Estatística Com recurso ao SPSS*. (Sílabo, Ed.). Lisboa
- Murteira, B., Silva Ribeiro, C., Andrade e Silva, J. & Pimenta, C. (2010). *Introdução à Estatística*. (Escolar Editora, Ed.).
- Portal do Porto da Figueira da Foz. (2013). Obtido de <http://portofigueiradafoz.com.pt/>. Visitado em Maio 2013.
- Portal do Porto de Aveiro. (2013). Obtido de <http://ww2.portodeaveiro.pt/>. Visitado em Maio 2013.
- República, D. da. Decreto-Lei nº 213/2008.
- Research, E. S. (2004). *Desenvolvimento integrado das infra-estruturas de transporte em Portugal*. Banco Espírito Santo.
- Sousa, J. F. de. (1994). Os portos e o desenvolvimento das actividades logísticas. *Inforgeo*.

Sousa, L. (2012). *Sistema de monitorização da qualidade das manobras de Pilotagem no Departamento de Pilotagem do Porto de Aveiro*. Relatório de Estágio. Instituto Superior de Ciências da Informação e Administração. Aveiro.

## **Anexos**

**Nota:** Nos anexos que se seguem alguns dados estão ocultos ou rasurados para preservação da confidencialidade dos mesmos.





## **Anexo I - Tabela anual de indicadores ambientais**

Descritor	Tipo de Indicador	Indicador	Quantidade	Unidade	
Consumo de Combustível	GRI-EN3	Consumo de Combustível	0	m3	
Consumo de Energia Elétrica	GRI-EN4	Consumo de Energia Elétrica	0	10³ kWh	
Água para consumo	GRI-EN8	Consumo de Água	0	10³ m3	
Dragagens	GRI-EN11	Volume de sedimentos dragados	0	10³ m3	
		Sedimentos dragados de classe 1 a 3	0	%	
		Sedimentos dragados de classe 4 e 5	0	%	
		Sedimentos reintroduzidos no meio recetor	0	%	
Emissões - efeito de estufa	GRI-EN16	Emissões causadoras de efeitos de estufa	0	t CO2 eq	
Emissões - contaminantes	IPTM	Emissões de contaminantes atmosféricos	0	mg/m3	
Tipo de Resíduos	GRI-EN22	Resíduos não perigosos-eliminação	0	toneladas	
		Resíduos não perigosos-reciclagem	0	toneladas	
		Resíduos perigosos-eliminação	0	toneladas	
		Resíduos perigosos-reciclagem	0	toneladas	
Resíduos - total	IPTM	Geração de resíduos urbanos e perigosos	0	toneladas	
		Resíduos remetidos para reciclagem	0	%	
Resíduos de Navios	GRI-EN18	Navios entrados	0	nº	
		Notificações obrigatórias	0	nº	
		Percentagem de navios com notificações	0	%	
		Navios que entregam resíduos	0	nº	
Resíduos de Navios	GRI-EN18	Navios isentos	0	nº	
		Notificados para entrega	0	m3	
		Efetivamente entregues	0	m3	
		Resíduos retidos a bordo	0	m3	
Resíduos de Navios - Recolha Indiferenciada	Marpol - IPTM	Anexo I	0	m3	
		Anexo IV	0	m3	
		Anexo V	0	m3	
		Total	0	m3	
Resíduos de Navios - Recolha Seletiva			Anexo I	0	m3
			Anexo IV	0	m3
			Anexo V	0	m3
			Total	0	m3
Resíduos de Navios - total			TOTAL	0	m3
Ruído	IPTM	Poliuição sonora	0	dB (A)	
Biodiversidade	IPTM	Área portuária com estatuto de proteção ambiental	0	10³ m2	
Biodiversidade	GRI-EN11	Área de Jurisdição da APA	0	ha	
		Área molhada	0	ha	
		Área terrestre	0	ha	
		Área portuária	0	ha	
		Área total de jurisdição abrangida por ZPE	0	ha	
		Área naturalizada	0	ha	
Meio hídrico - qualidade	IPTM	Qualidade das águas interiores do porto	n.d.		
Meio hídrico - contaminação	GRI-EN23	Nº de derrames em águas portuárias	0	nº	
		Volume total de derrames em águas portuárias	0	m3	
Solo - risco de contaminação	IPTM	Áreas expostas a alto risco de contaminação do solo	n.d.	m2	
Conformidade Ambiental	GRI-EN28	Coimas ou sanções por incumprimento legal	0	nº	
Conformidade Ambiental	IPTM	Montantes envolvidos no pagamento de coimas	0	€	
Custos ambientais	GRI-EN30	Custos correntes	0	10³ €	
		Custos de prevenção e gestão ambiental	0	10³ €	
		Total custos e investimentos com proteção ambiental	0	10³ €	
	IPTM	Aquisição de equipamentos de prevenção/combate à poluição	0	10³ €	
		Medidas de mitigação e potenciação de impactos ambientais	0	10³ €	
		Monitorização ambiental	0	10³ €	
		Formação ambiental	0	nº de ações	

**Anexo II - Modelo mensal da estatística portuária a disponibilizar no Portal da APFF**



## Porto da Figueira da Foz

Estatística Portuária - junho 2013

Período	Carga Geral (ton)			Carga Contentorizada (ton)			Granéis Sólidos (ton)			Granéis Líquidos (ton)			Total			Nº navios	Arq.Bruta (ton)	Comp. (m)
	Exportação	Importação	Total	Exportação	Importação	Total	Exportação	Importação	Total	Exportação	Importação	Total	Exportação	Importação	Total			
<b>Junho 2013</b>			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>	0,00	0,00	<b>0.00</b>			
<b>Acumulado</b>																		
2013 Jan. a jun.			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>	0,00	0,00	<b>0.00</b>			
2012 Jan. a jun.			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>	0,00	0,00	<b>0.00</b>			
2011 Jan. a jun.			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>			<b>0.00</b>	0,00	0,00	<b>0.00</b>			
<b>Variações</b>																		
2013-2012	↑ 0,00	↑ 0,00	↑ <b>0.00</b>	↑ 0,00	↑ 0,00	↑ <b>0.00</b>	↑ 0,00	↑ 0,00	↑ <b>0.00</b>	↑ 0,00	↑ 0,00	↑ <b>0.00</b>	↑ 0,00	↑ 0,00	↑ <b>0.00</b>	↑ 0	↑ 0,00	↑ 0,00
2013-2012 (%)	-	-	=	-	-	=	-	-	=	-	-	=	-	-	=	-	-	-
2013-2011	↑ 0,00	↑ 0,00	↑ <b>0.00</b>	↑ 0,00	↑ 0,00	↑ <b>0.00</b>	↑ 0,00	↑ 0,00	↑ <b>0.00</b>	↑ 0,00	↑ 0,00	↑ <b>0.00</b>	↑ 0,00	↑ 0,00	↑ <b>0.00</b>	↑ 0	↑ 0,00	↑ 0,00
2013-2011 (%)	-	-	=	-	-	=	-	-	=	-	-	=	-	-	=	-	-	-

Fonte: aPFF - administração do Porto da Figueira da Foz, S.A.

### **Anexo III - Notícia acerca do movimento portuário**

ESTRUTURA

## Porto de Aveiro cresce 22% nas mercadorias movimentadas

por Lusa, publicado por Graciosa Silva 01 março 2013 1 comentário

**O porto de Aveiro movimentou em janeiro mais 22,31% de mercadorias do que em igual período de 2012, disse hoje à agência Lusa fonte oficial daquela estrutura portuária.**

"O total de mercadorias movimentadas foi de 292.873,10 toneladas, mais 53.418,40 toneladas do que no mês homólogo de 2012, que apresentou 239.456,70 toneladas", sintetizou a mesma fonte.

O crescimento mais significativo deu-se na carga geral, com um total de 125.849,60 toneladas, o que corresponde a uma variação positiva em 63.145,10 toneladas face a janeiro de 2012.

"Os granéis sólidos tiveram um crescimento de 13,67% face ao ano anterior, com um total de 85.390,70 toneladas", acrescentou.

Em janeiro, descreve ainda a fonte do porto de Aveiro, escalaram naquela infraestrutura portuária 79 navios, o que corresponde a uma variação de 41,07% relativamente a período homólogo de 2012, isto é, mais 23 navios.

As exportações, também em janeiro, ultrapassaram as importações em 8.355,09 toneladas. O total de exportações foi de 150.614,09 toneladas, ou seja 51,43% do total de mercadorias movimentadas neste mês, contra 48,57% de importações, com um total de 142.259,01 toneladas.

### FERRAMENTAS



### PARTILHAR NOTÍCIA

f Share 0 Tweet 0

in Share 0 +1

f Gosto 1

### TAGS

[Portos](#), [crescimento](#), [Centro](#), [Aveiro](#), [Portugal](#)

### PATROCÍNIO

### FERRAMENTAS


Enviar por Email Partilhar

**Anexo IV - Mapa mensal de movimentação de navios da APFF**

Contentores



**Anexo V - Folha de cálculo das horas de trabalho de cada máquina**

<div><div>PORTO DA FIGUEIRA DA FOZ</div></div>		<div>Porto da Figueira da Foz</div> <div>Horas de Trabalho / Movimentos</div>																		
<div>Mapa Mensal</div>		Período 1						Período 2						Período 3						
		Início 1		Fim 1		Máquina	Carga	Descarga	Início 2		Fim 2		Máquina	Carga	Descarga	Início 3		Fim 3		Máquina
		Data	Hora	Data	Hora				Data	Hora	Data	Hora				Data	Hora	Data	Hora	
N.º Proc.																				
0001																				

**Anexo VI - Folha de cálculo do nº de contentores  
movimentados**



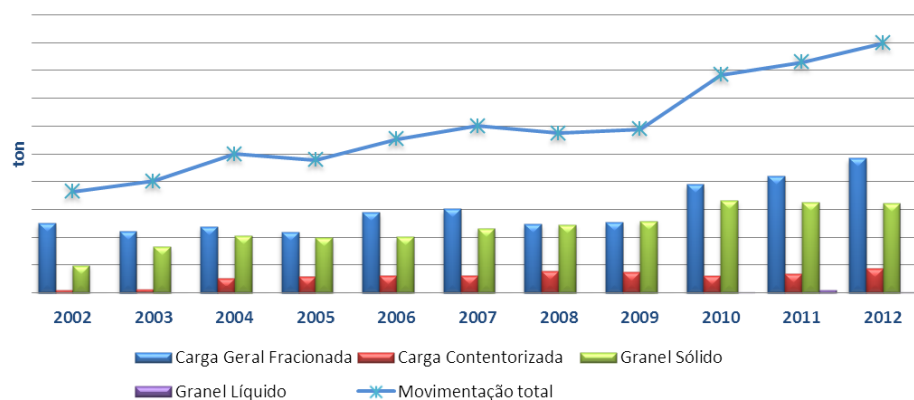
## Contentores

[illegible]

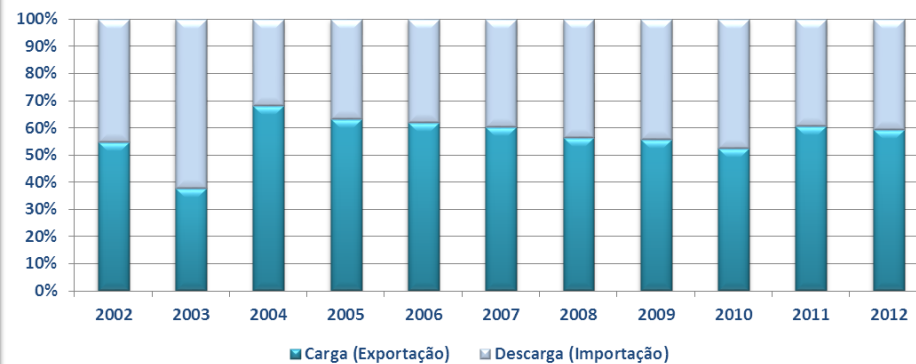
**Anexo VII - Resumo da estatística da APFF desde 2002 até  
2010**

Categoria	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Movimentação total	726.700,10	800.021,10	890.516,90	956.501,60	1.107.197,70	1.199.754,20	1.149.023,00	1.177.210,00	1.503.555,50	1.630.033,50	1.737.530,50
Movimentação tipo de carga											
Carga Geral Fracionada	502.092,90	444.020,00	476.964,20	499.000,00	570.000,00	605.014,00	495.566,10	509.269,92	700.797,00	810.129,00	909.645,05
Carga Contentorizada	20.500,10	25.914,00	100.271,10	121.521,50	125.576,00	127.700,10	160.701,20	140.551,32	122.653,10	130.370,00	177.405,67
Granel Sólido	200.126,00	330.006,00	110.011,00	336.059,50	100.111,00	166.702,10	190.550,00	519.097,11	600.020,00	652.029,00	610.156,77
Granel Líquido	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,120,00	23.503,00	6.000,00
Movimentação tipo de operação											
Carga (Exportação)	930.107,20	904.950,70	601.117,50	601.100,10	606.010,00	721.100,40	640.237,00	656.000,00	825.016,00	1.006.594,00	1.067.170,00
Descarga (Importação)	920.592,90	490.904,00	917.999,40	952.115,00	121.110,50	175.261,90	501.597,00	520.109,00	744.503,10	651.455,10	730.310,00
Nautas											
Passantes								792	711	602	600
Residentes								100	190	165	155
Pesca (Kg)											10.915.000,00

Movimentação por tipo de carga desde 2002 até 2012



Movimentação por tipo de operação em %, desde 2002 até 2012



## **Anexo VIII - Escalonamento de navios mensal na APFF**



## Porto da Figueira da Foz

Movimento de Navios - Maio

Navio	GT	Nacionalidade	Tipo de Carga	Data de Entrada	Agente de Navegação




## **Anexo IX - Folha de Cais**







## **Anexo X - Folha de Ferrovia**



N.º Proc. Ferrovia	Empresa Ferroviária	Empresa de Estiva	Entrada		Saída		Importador/ Exportador	Origem/Destino	N.º Proc. Navio	Mercadoria 1			
			Data	Hora	Data	Hora				Receção/ Levante	Mercadoria	Quantidade (kg)	Nº Guia
Total Mensal													
Total Acumul.													
▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
0001		▼											

N.º Proc. Ferrovia	Mercadoria 4				N.º de Vagões	Observações
	Recepção/Levante	Mercadoria	Quantidade (kg)	N.º Guia		
Total Mensal			0		0	0
Total Acumul.			0		0	0

[illegible]





**Anexo XI - Cabeçalho da listagem geral obtida pelo  
programa SIGAPA e SIGFOZ**

N.º PROC.	IMO	NAVIO	TIPO NAVIO	GT	LOA	DWT	CAL.	KG	MERCADORIA	NC	OPER.	DT ENT.	HR	DT SAL	HR	POST. ACOSTAG.
0001/2013	9191785	EPSOM	GRANFELS LIQUIDOS	4.490	100	5.214	6	4.255.600	Cloreto de vinilo (cloroetileno)	29032100	DESCARGA	01/01/2013	17:20	02/01/2013	14:00	TO - Ponte 23

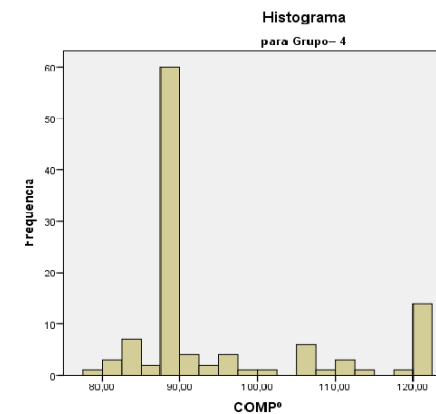
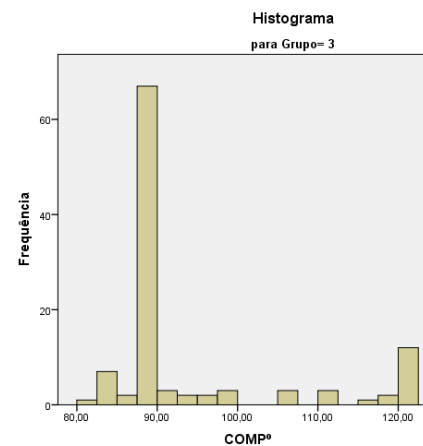
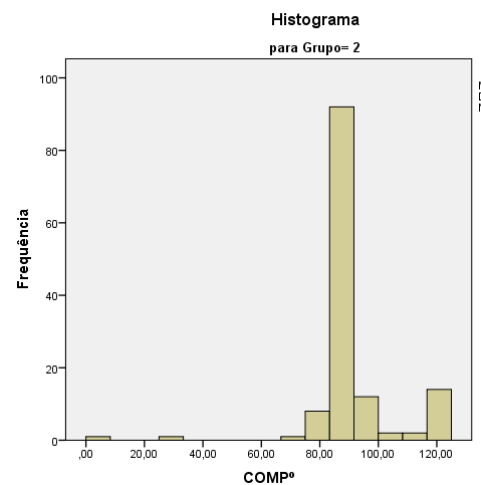
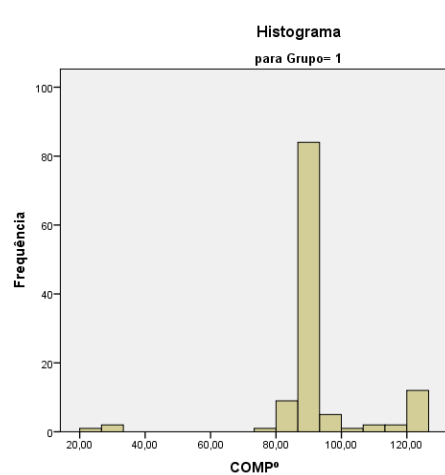
TIPO CARGA	SUBT. CARGA	TERMINAL	BANDEIRA	CONTINENTE	PORTO	NACIO. PORTO	AGENTE	OPERADOR	IMPORTADOR / EXPORTADOR
Granel líquido	GAS LIQUEFEITO		PANAMÁ	EUROPA	ROTTERDAM	HOLANDA	AVEIFOZ	SEM INTERVENÇÃO DO	CIRES - COMP INDUSTRIAL DE RESINAS

## **Anexo XII – Dados relativos ao 1º trimestre de 2012**

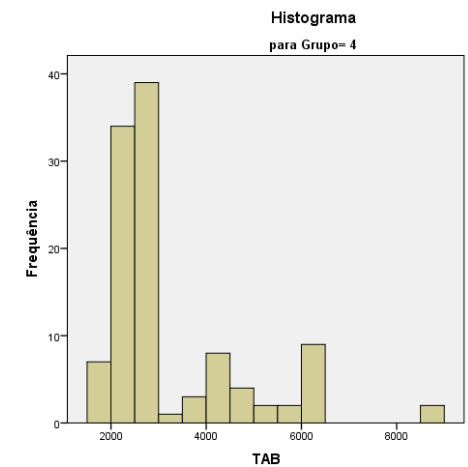
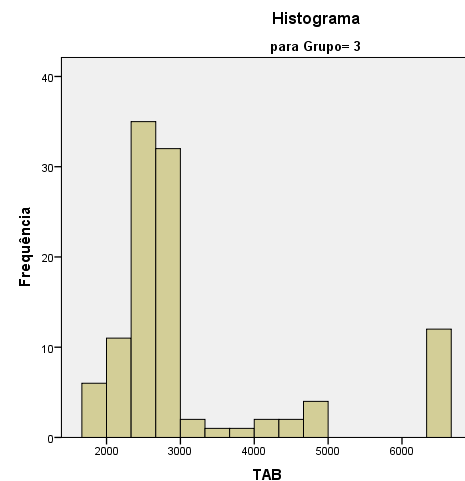
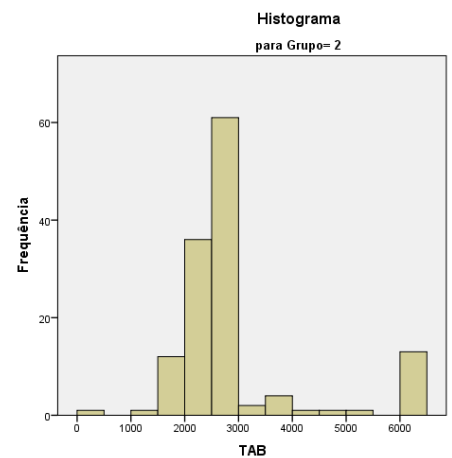
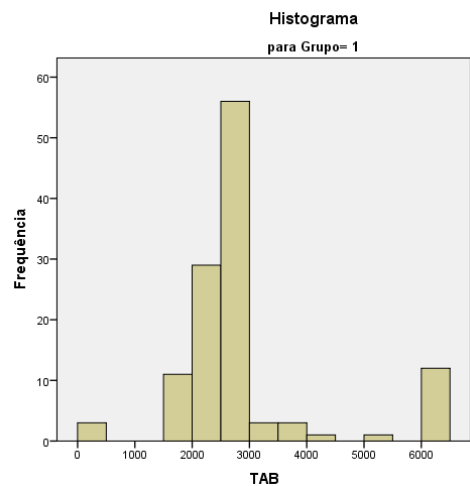
	NAVIO	COMP°	TAB	QUANT_TON
1	AMAZONDIEP	89,98	2984	7145,15
2	BIRGIT G	88,60	2545	6937,52
3	NEMUNA	89,70	2545	3644,78
4	LEIRIA	89,70	1921	1975,06
5	ALMADIEP	89,98	2954	3182,75
6	WEC BRUEGHEL	121,35	6362	3619,93
7	ANMARE	87,90	2461	3326,84
8	ARKLOW FERN	89,95	2998	4255,92
9	VIKINGDIEP	119,98	5040	4759,30
10	ALMADIEP	89,89	2954	3447,60
11	NORDFJORD	110,78	3990	953,07
12	ROBIJN	89,99	2528	6377,75
13	NEPTUN	89,40	2039	2482,39
14	KARINA G	88,60	2545	3499,18
15	WEC BRUEGHEL	121,35	6362	2734,99
16	STELA VIRGO	104,60	4074	3658,17
17	OPORTO	87,98	2446	3392,00
18	SILVES	89,50	2956	3750,00
19	AMURDIEP	89,98	2984	7650,10
20	ARKLOW RAVEN	89,99	2999	4169,04
21	EMI PROUD	89,92	2997	3210,97
22	LAMEGO	88,40	2450	3271,60
23	ANGON	89,50	2945	4460,00
24	BIRGIT G	88,60	2545	1950,83
25	MARC ANDRE	89,99	2528	2023,79
26	ALMADIEP	89,98	2954	3099,00
27	CHRISTINA G	88,60	2545	6840,86
28	BLUE BAY	88,60	2545	3480,00
29	WITTENBERGEN	87,90	2381	3276,00
30	NEPTUN	89,40	2039	2575,04

## **Anexo XIII – Histogramas dos dados**

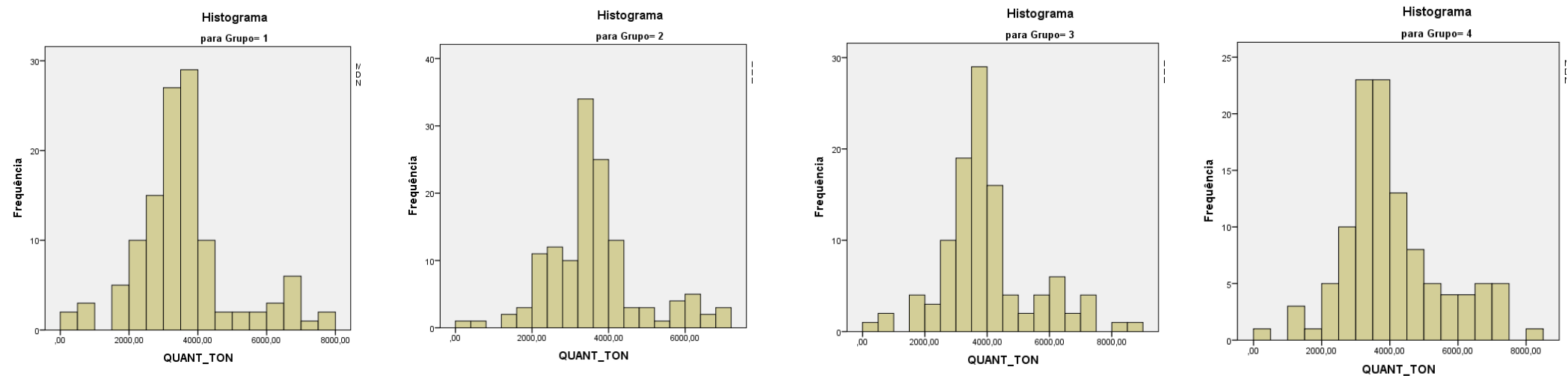
Variável **Comprimento** nos diferentes trimestres representados pelo grupo:



Variável **Arqueação Bruta** nos diferentes trimestres representados pelo grupo:



Variável **Quantidade movimentada** nos diferentes trimestres representados pelo grupo:



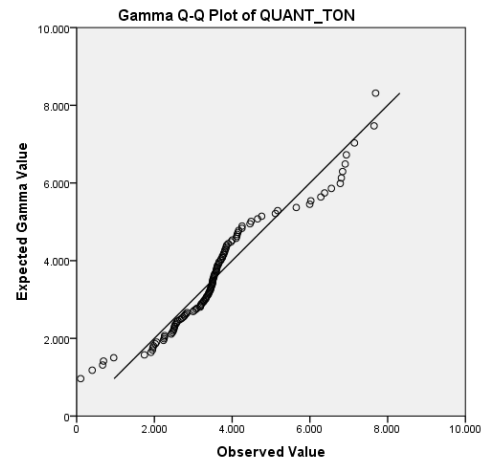




**Anexo XIV – QQ-plot de ajustamento da variável  
Quantidade Movimentada à distribuição Gama**

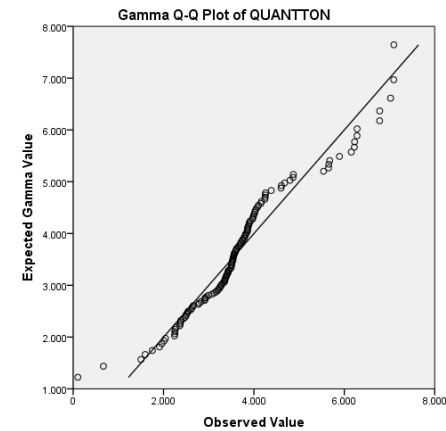
Quantidade movimentada, 1º Trimestre:

$$X \sim Ga(6,251 ; 0,002)$$



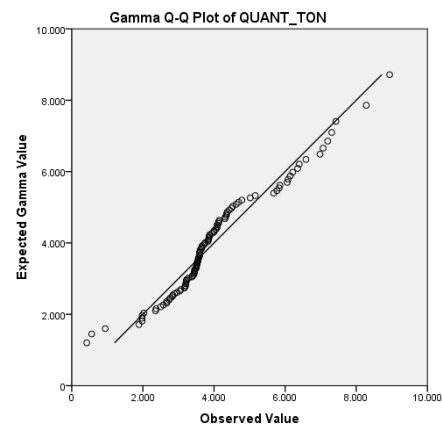
Quantidade movimentada, 2º Trimestre:

$$X \sim Ga(8,680 ; 0,002)$$



Quantidade movimentada, 3º Trimestre:

$$X \sim Ga(7,106 ; 0,002)$$



Quantidade movimentada, 4º Trimestre:

$$X \sim Ga(8,254 ; 0,002)$$

